أساسيات إنتاج الخضر
فى الأراضى الصحراوية

سلسلة

العلم والممارسة لإنتاج الخضر فى الأراضى الصحراوية

أساسيات إنتاج الخضر فى الأراضى الصحراوية

تأليف

أ. د. أحمد عبدالمنعم حسن

أستاذ الخضر المتفرغ

كلية الزراعة – جامعة القاهرة

الطبعة الثانية

الدار العربية للنشر والتوزيع

2011

أساسيات إنتاج الخضر
فى الأراضى الصحراوية

ISBN 977-258-049-7
رقم الإيداع: 8299

الطبعة الأولى: 1993
الطبعة الثانية: 2011

حقوق النشر محفوظة
للدار العربية للنشر والتوزيع
32 شارع عباس العقاد – مدينة نصر – القاهرة
ت: 22753335 فاكس: 22753388
E-mail: aldar_alarabia1@yahoo.com

لا يجوز نشر أى جزء من هذا الكتاب، أو اختزان مادته بطريقة الاسترجاع أو نقله على أى وجه، أو بأى طريقة، سواء أكانت إليكترونية، أو ميكانيكية، أو بالتصوير، أو بالتسجيل، أو بخلاف ذلك إلا بموافقة الناشر على هذا كتابة، ومقدمًا.

مقدمة الناشر

يتزايد الاهتمام باللغة العربية فى بلادنا يومًا بعد يوم ، ولاشك أنه فى الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التى طالما امتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها ، ولا ريب فى أن إذلال لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافى وفكرى للأمة نفسها ، الأمر الذى يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالًا ونساءً ، طلابًا وطالبات ، علماء ومثقفين ، مفكرين وسياسيين فى سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة التى اعترف المجتمع الدولى بها لغه عمل فى منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها فى أنحاء العالم ؛ لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت — فيما مضى — علوم الأمم الأخرى ، وصهرتها فى بوتقتها اللغوية والفكرية ؛ فكانت لغة العلوم والآداب ، ولغة الفكر والكتابة والمخاطبة .

إن الفضل فى التقدم العلمى الذى تنعم به دول أوروبا اليوم يرجع فى واقعه إلى الصحوة العلمية فى الترجمة التى عاشتها فى القرون الوسطى . فقد كان المرجع الوحيد للعلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتب المترجمة عن العربية لابن سينا وابن الهيثم والفارابى وابن خلدون وغيرهم من عمالقة العرب . ولم ينكر الأوروبيون ذلك ، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة والعرب والإغريق ، وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطواعة للعلم والتدريس والتأليف ، وأنها قادرة على التعبير عن متطلبات الحياة وما يستجد من علوم ، وأن غيرها ليس بأدق منها ، ولا أقدر على التعبير . ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع عصر الاستعمار التركى ، ثم البريطانى والفرنسى ، عاق اللغة من النمو والتطور ، وأبعدها عن العلم والحضارة ، ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لابد من أن تتغير ، وأن جمودهم لابد أن تدب فيه الحياة ، اندفع الرواد من اللغويين والأدباء والعلماء فى إنماء اللغة وتطويرها ، حتى أن مدرسة قصر العينى فى القاهرة ، والجامعة الأمريكية فى بيروت درَّستا الطب بالعربية أول إنشائهما . ولو تصفحنا الكتب التي أُلفت أو تُرجمت يوم كان الطب يدرس فيها باللغة العربية لوجدناها كتبًا ممتازة لا تقل جودة عن أمثالها من كتب الغرب فى ذلك الحين ، سواء فى الطبع ، أو حسن التعبير ، أو براعة الإيضاح ، ولكن هذين المعهدين تنكرا للغة العربية فيما بعد ، وسادت لغة المستعمر ، وفرضت على أبناء الأمة فرضًا ، إذ رأى الأجنبى أن فى خنق اللغة مجالًا لعرقلة تقدم الأمة العربية . وبالرغم من المقاومة العنيفة التى قابلها ، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبى فيما يتطلع إليه ، فتفننوا فى أساليب التملق له اكتسابًا لمرضاته ، ورجال تأثروا بحملات المستعمر الظالمة ، يشككون فى قدرة اللغة العربية على استيعاب الحضارة الجديدة ، وغاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسى لجيشه الزاحف إلى الجزائر : « علموا لغتنا وانشروها حتى نحكم الجزائر ، فإذا حَكمت لغتنا الجزائر ، فقد حكمناها حقيقة . »

فهل لى أن أوجه نداءً إلى جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر ــ فى أسرع وقت ممكن ــ إلى اتخاذ التدابير ، والوسائل الكفيلة باستعمال اللغة العربية لغة تدريس فى جميع مراحل التعليم العام ، والمهنى ، والجامعى ، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية فى مختلف مراحل التعليم لتكون وسيلة الاطلاع على تطور العلم والثقافة والانفتاح على العالم . وكلنا ثقة من إيمان العلماء والأساتذة بالتعريب ، نظراً لأن استعمال اللغة القومية فى التدريس ييسر على الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوى ، وبذلك تزداد حصيلته الدراسية ، ويُرتفع بمستواه العلمى ، وذلك يعتبر تأصيلًا للفكر العلمى فى البلاد ، وتمكيناً للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها فى التعبير عن حاجات المجتمع ، وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم .

ولا يغيب عن حكومتنا العربية أن حركة التعريب تسير متباطئة ، أو تكاد تتوقف ، بل تُحارب أحيانًا ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية فى سلك التعليم والجامعات ، ممن ترك الاستعمار فى نفوسهم عُقَدًا وأمراضًا ، رغم أنهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلى اللغة العبرية ، وعدد من يتخاطب بها فى العالم لا يزيد على خمسة عشر مليون يهوديًا ، كما أنه من خلال زياراتى لبعض الدول ، واطلاعى وجدت كل أمة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف فروع العلوم والآداب والتقنية ، كاليابان ، وإسبانيا ، ودول أمريكا اللاتينية ، ولم تشكك أمة من هذه الأمم فى قدرة لغتها على تغطية العلوم الحديثة ، فهل أمة العرب أقل شأنًا من غيرها ؟!

وأخيرًا .. وتمشيًا مع أهداف الدار العربية للنشر والتوزيع ، وتحقيقًا لأغراضها فى تدعيم الإنتاج العلمى ، وتشجيع العلماء والباحثين فى إعادة مناهج التفكير العلمى وطرائقه إلى رحاب لغتنا الشريفة ، تقوم الدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذى يعتبر واحدًا من ضمن ما نشرته - وستقوم بنشره - الدار من الكتب العربية التى قام بتأليفها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية المختلفة .

وبهذا ... ننفذ عهدًا قطعناه على المُضِىّ قُدُمًا فيما أردناه من خدمة لغة الوحى ، وفيما أراده الله تعالى لنا من جهاد فيها .

وقد صدق الله العظيم حينما قال فى كتابه الكريم ﴿ **وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُه والمؤمنُون ، وستُردّون إلى عالِمِ الغَيب والشَّهَادَة فَيُنبئكم بما كُنْتُم تَعْمَلون** ﴾ .

محمد دربالة

الدار العربية للنشر والتوزيع

المقدمة

أعد هذا الكتاب ليكون مرجعا علميا وعمليا خاصا بأساسيات انتاج الخضر فى الأراضى الصحراوية ، ليواكب التوسع الكبير فى زراعة الخضر فى تلك الأراضى - والذى يتوقع استمراره ما استمرت الزيادة السكانية - وليسد النقص الواضح فى المكتبة العربية فى هذا المجال الحيوى .

يشتمل الكتاب على أربعة عشر فصلا تتناول مختلف جوانب أساسيات إنتاج محاصيل الخضر بشكل عام ، مع التركيز على ما يتعلق بمشاكل وتقنيات الإنتاج فى الأراضى الصحراوية بصورة خاصة .

ولقد روعى فى تأليف هذا الكتاب أن يغطى جميع اهتمامات منتج الخضر فى الأراضى الصحراوية ، دونما إفراط أو تفريط ، وأن تكون التغطية فى نطاق الأسس العامة التى تعين كلا من منتج ودارس الخضر على الإلمام بهذا العلم وبالعملية الإنتاجية بصورة عامة ، دون التطرق إلى التفاصيل الخاصة بكل محصول على حدة .

والله ولى التوفيق

دكتور أحمد عبد المنعم حسن

المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الفصل الأول : تعريف بالخضر وأهميتها	
تعريف بالخضر	١٧
القيمة الغذائية للخضروات	١٧
تقسيم الخضر	١٩
تقسيم الخضر حسب درجات الحرارة المناسبة لنموها	١٩
تقسيم الخضر حسب درجة تحملها للصقيع	٢٢
التقسيم النباتى للخضر	٢٣
دورة الخضر	٢٥
الفصل الثانى: العوامل البيئية وتأثيرها فى نباتات الخضر	
العوامل الجوية	٢٩
درجة الحرارة	٢٩
الضوء	٣١
الرياح	٣٤
الأمطار والرطوبة النسبية	٣٥
العوامل الأرضية	٣٥
الصفات العامة للتربة	٣٥
النفاذية للماء	٣٦
السعة التبادلية الكاتيونية	٣٩

الموضوع	رقم الصفحة
الرقم الأيدروجينى (الـ pH)	٤٠
ملوحة التربة	٤١
ملوحة مياه الرى	٤٣
مضار الصوديوم والبورون فى مياه الرى	٤٤
تقسيم الخضر حسب تحملها لملوحة التربة	٤٦
أضرار الملوحة العالية ووسائل التغلب عليها	٤٩
العناصر الغذائية	٥٠
العناصر الكبرى	٥٢
العناصر الدقيقة	٦١

الفصل الثالث : تكاثر الخضر وإعداد التقاوى للزراعة

التكاثر الجنسى	٦٧
شروط تقاوى البذور الجيدة	٦٧
المعاملات التى تجرى على تقاوى البذور قبل زراعتها	٦٨
التكاثر الخضرى	٧١
مزايا وعيوب التكاثر الخضرى	٧١
طرق التكاثر الخضرى	٧٢
التكاثر الخضرى بواسطة مزارع الأنسجة	٧٣
مزارع القمة الخضرية الميرستيمية	٧٤
مزارع الإكثار الدقيق	٧٤

الموضوع رقم الصفحة

الفصل الرابع: أوعية نمو النباتات والبيئات المستخدمة فى الزراعة بها

أوعية إنتاج شتلات الخضر ٧٩
الصناديق الخشبية والمعدنية والبلاستيكية ٧٩
الشتّالات (سبيدلنج تريز) ٨٠
الأصص ٨٠
أقراص جفى ٨٥
بيئات إنتاج شتلات الخضر ٨٦
المواد المستخدمة فى تحضير بيئات الزراعة ٨٨
أمثلة لبيئات الزراعة ٩٢

الفصل الخامس : طرق تعقيم التربة والبيئات المواد المستخدمة فى الزراعة

تعقيم (بسترة) التربة بالإشعاع الشمسى ٩٧
التعقيم بالبخار ١٠٣
التعقيم بالمبيدات ١٠٤

الفصل السادس: إنتاج شتلات الخضر

مزايا وعيوب استخدام الشتلات فى الزراعة ١١١
تقسيم الخضر حسب قدرتها على تحمل عملية الشتل ١١٢
إعداد وزراعة المراقد الحقلية ١١٤
رعاية المشاتل ١١٥

الموضوع	رقم الصفحة
أقلمة الشتلات	١١٦
طرق الأقلمة	١١٧
التأثير الفسيولوجى لعملية الأقلمة	١١٨
مواصفات الشتلة الجيدة	١١٩

الفصل السابع: الزراعة فى الحقل الدائم

عمليات إعداد الحقل للزراعة	١٢٥
الشتل	١٢٧
زراعة البذور مباشرة فى الحقل الدائم	١٣٠
طرق التحكم فى كثافة الزراعة	١٣٢
الوسائل التقليدية للتحكم فى كثافة الزراعة	١٣٢
الوسائل غير التقليدية للتحكم فى كثافة الزراعة	١٣٤
اختيار الموعد المناسب للزراعة	١٣٩
العوامل المؤثرة فى اختيار الموعد المناسب للزراعة	١٣٩
الزراعات المتتابعة من نفس المحصول فى الموسم الواحد	١٤٠
نظام الوحدات الحرارية	١٤١

الفصل الثامن: العزيق والأغطية البلاستيكية للتربة

العزيق	١٤٥
الأغطية البلاستيكية للتربة	١٤٦
مزايا استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة	١٤٧
محاصيل الخضر التى تستجيب لاستعمال الأغطية البلاستيكية للتربة	١٥٠

الموضوع	رقم الصفحة
تأثير لون الغطاء البلاستيكى للتربة	١٥١
طريقة استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة	١٥٢

الفصل التاسع: الرى

علاقة التربة والماء بالنبات	١٥٧
الاحتياجات المائية للخضر	١٥٩
طرق الرى	١٦١
الرى بالغمر	١٦١
الرى بالرش	١٦٥
الرى بالتنقيط	١٦٧

الفصل العاشر: التسميد

طرق التعرف على حاجة محاصيل الخضر إلى التسميد	١٧٣
الأسمدة العضوية	١٧٩
أهمية التسميد العضوى	١٧٩
أنواع الأسمدة العضوية	١٧٩
طرق التسميد العضوى	١٨٣
كمية الأسمدة العضوية	١٨٣
الأسمدة الكيميائية	١٨٥
الأسمدة الكيميائية البسيطة	١٨٥
الأسمدة الكيميائية المركبة	١٨٧
الأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر	١٨٧

الموضوع	رقم الصفحة
المحاليل البادئة	١٩٠
الأسمدة الورقية	١٩١
برنامج التسميد	١٩١
أولاً : أسمدة تضاف قبل الزراعة وتخلط بالسماد العضوى	١٩١
ثانياً: أسمدة عناصر أولية تضاف عن طريق التربة ، أو مع ماء الرى بعد الزراعة	١٩٢
ثالثاً: أسمدة عناصر كبرى أخرى تضاف بعد الزراعة	٢٠٢
رابعاً: أسمدة العناصر الصغرى	٢٠٣
الأمور التى يتعين مراعاتها بشأن التسميد	٢٠٤

الفصل الحادى عشر: وسائل الحماية من الظروف الجوية غير المناسبة

الوسائل العامة للحماية من الرياح وسفى الرمال	٢٠٧
الرش بالماء للحماية من أضرار الصقيع	٢٠٨
استخدام الرغوة فى الحماية من الصقيع	٢٠٩
استخدام الأنفاق البلاستيكية المنخفضة للحماية من أضرار البرودة	٢١٠
كيفية الحماية	٢١٠
إقامة الانفاق	٢١٠
التهوية	٢١٣
الأغطية النباتية الذاتية التهوية	٢١٤
الأنفاق البلاستيكية المثقبة	٢١٤

الموضوع	رقم الصفحة
الأنفاق البلاستيكية ذات الفتحات	٢١٥
الأغطية الطافية	٢١٥

الفصل الثانى عشر: الأمراض والآفات ومكافحتها

مسببات الأمراض	٢١٧
الفطريات	٢١٨
البكتيريا	٢٢٠
الفيروسات	٢٢٢
الفيرويدات،والمولايكيوتات،والريكتسيات	٢٢٣
الآفات	٢٢٥
النيماتودا	٢٢٥
النباتات الزهرية المتطفلة	٢٢٨
الحشرات	٢٢٩
الأكاروس	٢٣٠
وسائل مكافحة الأمراض والآفات	٢٣١
الاستبعاد	٢٣٢
الاستئصال	٢٣٣
الحماية	٢٣٤
المقاومة الوراثية للآفات	٢٣٦

الموضوع رقم الصفحة

الفصل الثالث عشر: الحصاد والتداول والتخزين

الحصاد ٢٣٧
مراحل نضج الثمار ٢٣٧
العلامات المميزة لمرحلة النضج المناسبة للحصاد ٢٣٩
الأمور التى تجب مراعاتها عند الحصاد ٢٤١
التداول ٢٤٣
التغيرات التى تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد ٢٤٤
تنفس منتجات الخضر بعد الحصاد ٢٤٩
وسائل إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها أثناء التخزين ٢٥٠

الفصل الرابع عشر: النموات غير الطبيعية فى الخضر ومسبباتها

أولاً : الظواهر العامة على مختلف مراحل النمو النباتى ٢٥٥
الشتلات ٢٥٥
إنبات البذور فى الحقل الدائم ٢٥٧
النموات الخضرية ٢٥٨
النموات الثمرية وأعضاء التخزين الجذرية والدرنية ٢٦٠
ثانياً: الظواهر الخاصة بمحاصيل خضر معينة ٢٦١

مصادر الكتاب ٢٧١

الفصل الأول

تعريف بالخضر وأهميتها

تعريف بالخضر

يعد علم الخضر Olericulture أحد فروع علم البساتين Horticulture ، الذى يشمل – كذلك – علوم : الفاكهة ، والأزهار ونباتات الزينة، وتنسيق الحدائق ، والنباتات الطبية والعطرية، ونباتات المشروبات والتوابل .

وتعرف الخضروات Vegetables بأنها نباتات عشبية ، بعضها حولى ، وبعضها ثنو حولين أو معمر، ولكنها تزرع سنويا ، وقليل منها يعد معمرا كالهليون. وتحتاج جميع الخضروات إلى عناية خاصة أثناء زراعتها وإنتاجها وتداولها وخزنها.

القيمة الغذائية للخضراوات

تعد الخضروات مصدرا جيدا لعديد من العناصر الغذائية، ويبين جدول (١-١) أغنى الخضروات فى كل من تلك العناصر (عن Watt & Merrill ١٩٦٣).

ويتأثر محتوى الخضر من العناصر الغذائية بعديد من العوامل، من أهمها ما يلى:

١ – الصنف :

فمثلا .. تعد البطاطا ذات اللون البرتقالى الداكن من أغنى الأغذية فى الكاروتين (الذى يتحول فى جسم الإنسان إلى فيتامين أ) ، بينما تفتقر الأصناف ذات اللون الداخلى يتحول

جدول (١-١) : أغنى الخضراوات فى مختلف العناصرالغذائية .

العنصر الغذائى	الخضر الغنية به
السعرات الحرارية	البقوليات (الجافة والخضراء) – البطاطا – الذرة السكرية – البطاطس
المواد الكربوهيداتية	البقوليات (الجافة والخضراء) – البطاطا – الذرة السكرية – البطاطس
البروتين	البقوليات (الجافة والخضراء)
الكالسيوم	البقدونس – الفاصوليا الجافة
الفوسفور	البقوليات (الجافة والخضراء) – الذرة السكرية
الحديد	البقوليات الجافة – البقدونس – السبانخ
فيتامين أ	الجزر – السبانخ – السلق – البقدونس – البطاطا – القرع العسلى – البروكولى – الهندباء – الطماطم – الهليون
فيتامين ب١	البقوليات (الجافة والخضراء) – الذرة السكرية – الهليون
فيتامين ب ٦	البقوليات الجافة – البقدونس – البامية – السبانخ
النياسين	البقوليات (الجافة والخضراء) – الذرة السكرية – البطاطس – البامية
فيتامين ج	البقدونس – الفلفل – البروكولى – كرنب بروكسل – القنبيط – السبانخ – الكرنب – السلق – البقوليات الخضراء – البامية – الطماطم

فى جسم الإنسان إلى فيتامين أ) ، بينما تفتقر الأصناف ذات اللون الداخلى الأبيض إلى هذا الفيتامين . كما يزداد تركيز الكاروتين مع زيادة تركيز اللون فى الجزر والقاوون.

٢ – شدة الإضاءة :

توجد علاقة طردية مؤكدة بين شدة الإضاءة ومحتوى النباتات من فيتامين ج .

٣ – التسميد :

أدت زيادة التسميد الآزوتى إلى إحداث زيادة جوهرية فى نسبة البروتين فى الأجزاء المستعملة فى الغذاء من كل من الخس ، والكرنب، والبنجر ، والطماطم ، والفلفل ، والفاصوليا ، والذرة السكرية ، إلا أن ذلك كان مصحوبا غالبا بنقص فى محتوى الخضر من فيتامين ج (Splittstoesser وآخرون ١٩٧٤، و Harris ١٩٧٥) .

كذلك أدت زيادة معدلات التسميد الفوسفاتى إلى زيادة مستوى الفوسفور فى الجزء المستعمل فى الغذاء من كل من البسلة، والفاصوليا، والكرنب، والبنجر، وإلى نقص مستوى حامض الأوكساليك فى البنجر (Peck واخرون ١٩٨٠).

٤- التخزين :

يصاحب التخزين فقد كبير فى محتوى الخضر من بعض العناصر الغذائية - خاصة فيتامين ج - ففى خلال يوم واحد من التخزين فى درجة حرارة ٢١°م .. يفقد نحو ٥٠ ٪ من محتوى البروكولى من فيتامين ج ، ونحو ٤٠ ٪ من محتوى كل من السبانخ والهليون ، ونحو ٢٠ ٪ من محتوى الفاصوليا الخضراء من هذا الفيتامين (Nelson ١٩٧٢) . ولذا .. يجب تخزين محاصيل الخضر فى درجات الحرارة المناسبة ابتداء من بعد الحصاد مباشرة.

تقسيم الخضر

يُقصد بتقسيم الخضر Vegetable Classification وضعها فى مجاميع ، بحيث تتشابه خضروات كل مجموعة فى صفة معينة ، أو فى عدد من الصفات ، أو فى تأقلمها على ظروف بيئية خاصة ، أو تشابهها فى بعض العمليات الزراعية التى تجرى لها ... إلخ . ونذكر - فيما يلى - أهم التقسيمات المتبعة - عادة - فى دراسة الخضر.

تقسيم الخضر حسب درجات الحرارة المناسبة لنموها

قسم Knott (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) الخضروات إلى مجموعتين فقط حسب احتياجاتهما الحرارية، هما:

١ - خضروات الموسم الدافىء Warm Season Vegetables، وتتضمن :

الطماطم ، والفلفل ، والباذنجان ، والبطيخ ، والقاوون (والشمام) ، والخيار، والكوسة، والقرع العسلى ، واللوبيا ، والفاصوليا ، والبامية ، والذرة السكرية ، والبطاطا ، والملوخية .

٢ - خضروات الموسم البارد المعتدل Cool Season Vegetables، وتتضمن : الكرنب، والقنبيط ، والبروكولى ، وكرنب بروكسل ، وكرنب أبو ركبة ، واللفت ، والفجل ، والبصل ،

والثوم ، والكرات أبو شوشة ، والبسلة ، والفول الرومى ، والجزر ، والكرفس، والخس ، والهندباء ، والسبانخ ، والبنجر، والسلق ، والبقدونس ، والشبت ، والكزبرة ، والبطاطس ، والهليون .

وجدير بالذكر أن خضروات الموسم الدافىء تزرع غالبا لأجل ثمارها غير الناضجة أو الناضجة ، بينما تزرع خضروات الموسم البارد لأجل أجزائها غير الثمرية ، كالجذور والسيقان والأوراق والبراعم والأجزاء الزهرية التى لم يكتمل نموها . ويشذ عن هذا القاعدة كل من : البطاطا التى تزرع لأجل جذورها ، والملوخية التى تزرع لأجل أوراقها بينما هما من خضروات الموسم الدافىء ، والبسلة والفول الرومى اللذين يزرعان لأجل ثمارهما ، بينما هما من خضروات الموسم البارد .

أهم الفروق التى تميز بين خضروات المجموعتين مما يلى :

١- يمكن أن تنبت بذور خضروات الموسم البارد فى درجات حرارة منخفضة نسبيا (جدول ١-٢) ، كما يمكن لنباتاتها أن تتحمل البرودة والصقيع عن خضروات الموسم الدافىء (جدول ١-٣) .

٢ - تتجه نباتات الموسم البارد ذات الحولين إلى الإزهار المبكر فى موسم النمو الأول إذا تعرضت لدرجة حرارة منخفضة لفترة تختلف من محصول لاخر، ولا توجد هذه الظاهرة فى خضروات الموسم الدافىء.

٣ - تخزن خضروات الموسم البارد فى درجة حرارة الصفر المئوى، وتشذ عن ذلك البطاطس التى تخزن فى درجات حرارة أعلى من ذلك . وتعد الذرة السكرية المحصول الوحيد من خضروات الموسم الدافىء الذى تخزن ثماره فى درجة الصفر المئوى. ويؤدى تخزين خضروات الموسم الدافىء فى درجة حرارة من صفر إلى ٧م إلى تعرضها لأضرار البرودة Chilling Injury ، بينما لا يحدث ذلك فى خضروات الموسم البارد.

ويمكن فى المناطق ذات الشتاء المعتدل البرودة، والصيف المعتدل الحرارة (كمصر) اعتبار خضروات الموسم البارد خضراً شتوية ، وخضروات الموسم الدافىء خضراً صيفية . ففى هذه المناطق تزرع الخضر الشتوية فى الخريف أو أوائل الشتاء ، وتنمو شتاء ،

جدول (١-٢) : درجات الحرارة الصغرى والعظمى المناسبة لإنبات بذور الخضر (م°) .

محصول الخضر	الدرجة الصغرى	المجال المناسب	الدرجة المثلى	الدرجة العظمى
الهليون	١٠	١٥ - ٢٩	٢٤	٣٥
الفاصوليا	١٥	١٥ - ٢٩	٢٧	٣٥
البنجر	٤	١٠ - ٢٩	٢٩	٣٥
الكرنب	٤	٧ - ٣٥	٢٩	٣٨
الجزر	٤	٧ - ٢٩	٢٧	٣٥
القنبيط	٤	٧ - ٢٩	٢٧	٣٨
الكرفس	٤	١٥ - ٢١	٢١	٢٩
السلق	٤	١٠ - ٢٩	٢٩	٣٥
الذرة السكرية	١٠	١٥ - ٣٥	٣٥	٤٠
الخيار	١٥	١٥ - ٣٥	٣٥	٤٠
الباذنجان	١٥	٢٤ - ٣٢	٢٩	٣٥
الخس	٢	٤ - ٢٧	٢٤	٢٩
القاوون	١٥	٢٤ - ٣٥	٣٢	٣٨
البامية	١٥	٢١ - ٣٥	٣٥	٤٠
البصل	٢	١٠ - ٣٥	٢٤	٣٥
البقدونس	٤	١٠ - ٢٩	٢٤	٣٢
البسلة	٤	٤ - ٢٤	٢٤	٢٩
الفلفل	١٥	١٨ - ٣٥	٢٩	٣٥
القرع العسلى	١٥	٢١ - ٣٢	٣٥	٣٨
الفجل	٤	٧ - ٣٢	٢٩	٣٥
السبانخ	٢	٧ - ٢٤	٢١	٢٩
الكوسة	١٥	٢١ - ٣٥	٣٥	٣٨
الطماطم	١٠	١٥ - ٢٩	٢٩	٣٥
اللفت	٤	١٥ - ٤٠	٢٩	٤٠
البطيخ	١٥	٢١ - ٣٥	٣٥	٤٠

(أ) من الضرورى انخفاض درجة الحرارة ليلا إلى ١٥°م أو أقل .

جدول (١-٣) : تقسيم Knott للخضراوات حسب متوسطات درجات الحرارة الصغرى والعظمى ، والمجال المناسب لنموها .

درجات الحرارة (°م)			الخضر
الصغرى	العظمى	المجال المناسب	
١-	-	-	الهليون .
٧	٣٠	١٣ - ١٤	الشيكوريا - الثوم - الكرات - البصل .
٤	٢٤	١٦ - ١٨	البنجر - الفول الرومى - البروكولى - كرنب بروكسل - الكرنب - السلق - كرنب أبو ركبة - الفجل - السبانخ - اللفت .
٧	٢١ - ٢٤	١٦ - ١٨	الجزر - القنبيط - الكرفس - الشيكوريا - الهندباء - الخس - البقدونس - البسلة - البطاطس .
١٠	٢٧	١٦ - ٢١	الفاصوليا .
١٠	٣٥	١٦ - ٢٤	الذرة السكرية - اللوبيا .
١٠	٣٢	١٨ - ٢٤	القرع العسلى - قرع الكوسة .
١٦	٣٢	١٨ - ٢٤	الخيار - القاون .
١٨	٢٧	٢١ - ٢٤	الفلفل الحلو - الطماطم
١٨	٣٥	٢١ - ٢٩	الباذنجان - الفلفل الحريف - البامية - البطاطا - البطيخ - الشمام .

وتحصد شتاء أو فى الربيع، بينما تزرع الخضر الصيفية بعد انتهاء الجو البارد فى الربيع، وتستمر زراعتها ونموها أثناء أشهر الصيف، وتحصد صيفا أو فى الخريف.

ولاشك فى أنه يوجد تداخل بين المجموعتين. فمن الخضر الشتوية ما تتحمل الحرارة نسبيا، وتعطى نموا مرضيا بالرغم من ذلك، ومنها الكرنب، والبصل، والسلق، ومن الخضر الصيفية ما يكون نموه مرضيا فى المراحل المتأخرة من النمو، خاصة عند نضج المحصول، كما فى الفاصوليا.

تقسيم الخضر حسب درجة تحملها للصقيع

يعتمد هذا التقسيم على مدى تحمل الخضروات لدرجات الحرارة الأقل من الصفر المئوى، وفيه تقسم الخضروات إلى أربع مجاميع كما يلى:

١ – خضروات شديدة التحمل للصقيع Very Hardy: وهذه تنبت تقاويها فى درجات الحرارة المنخفضة، وتتحمل نباتاتها الصغيرة الصقيع جيدا، وتتضمن: الكرنب، والبروكولى، وكرنب بروكسل، وكرنب أبو ركبة، واللفت، والفجل، والبصل، والثوم، والكرات ، والبسلة، والسبانخ، والبقدونس، والهليون.

٢ – خضروات وسطية فى تحملها للصقيع Half - Hardy: وهذه تنبت تقاويها فى درجات الحرارة المنخفضة، وتتحمل نباتاتها موجات الصقيع الخفيفة، وتتضمن: القنبيط، والجزر، والكرفس، والبنجر، والسلق، والخس، والهندباء، والبطاطس.

٣– خضروات حساسة للصقيع Tender: وهذه لا تتحمل موجات الصقيع الخفيفة، وقد تموت إذا تعرضت لها، ولكنها تتحمل الجو البارد والتربة الباردة نسبيا، وتتضمن: الطماطم، واللوبيا، والفاصوليا، والذرة السكرية.

٤– خضروات شديدة الحساسية للصقيع Very Tender: وهذه تُضار نباتاتها من الجو البارد، وتتضمن : الفلفل والباذنجان، والبطيخ، والقاوون ، والشمام ، والخيار، والكوسة، والقرع العسلى، والبطاطا، والبامية.

التقسيم النباتى للخضر

يبنى التقسيم النباتى Botanical Classification على أساس درجة القرابة الوراثية بين النباتات، وما يربط بينها من صفات مورفولوجية وفسيولوجية وتشريحية. ومن أهم الصفات المورفولوجية التى يعتمد عليها فى هذا الشأن تركيب الزهرة.

وباستثناء عيش الغراب وغيره من الفطريات المستعملة كخضروات ، فإن جميع الخضروات والنباتات الراقية الأخرى تتبع المملكة النباتية Kingdom Plantae ، وتحت المملكة Embryophyta ، وقبيلة Anthophyta ، والبعض منها يتبع قسم النباتات الوحيدة الفلقة Monocotyledonae ، بينما يتبع البعض الآخر قسم ذوات الفلقتين Dicotyledonae

ويتتبع التقسيم نجد أن كل قسم يضم عددا من الرتب Orders، وكل رتبة تضم عددا من العائلات (أو الفصائل) Families، وكل عائلة تضم عددا من الأجناس Genera

(مفردها: Genus)، وكل جنس يضم عددا من الأنواع Species، وقد يقسم النوع إلى عدة تحت أنواع Subspecies .

ويعطى كل نبات اسماً علمياً يتكون من اسم الجنس ، واسم النوع ، واسم الصنف النباتى إن وجد . هذا .. ويبدأ اسم الجنس دائما بحرف كبير Capital ، فى حين أن اسم النوع والصنف يبدآن غالبا بحرف صغير، إلا إذا كان أى منهما مشتقا من اسم شخص أو منطقة جغرافية.

يعطى الاسم العلمى لمجموعة من النباتات تعرف بالنوع المحصولى Kind، مثل: الطماطم، والكرنب، والفاصوليا. ويختلف النوع المحصولى عن النوع النباتى Species، فمثلا النوع النباتى Brassica oleracea يشتمل على عدة أنواع محصولية، منها: الكرنب، والقنبيط ، وكرنب أبو ركبة، وكرنب بروكسل، والبروكولى، وكل منها يتبع صنفا نباتيا مختلفا، فمثلا .. نجد أن الكرنب يتبع الصنف النباتىcapitata ؛ وبذا .. يصبح اسمه العلمى Brassica oleracea var. capitata .

كما يختلف الصنف المحصولى (يسمى أيضا الصنف التجارى أو البستانى) عن الصنف النباتى . فالصنف المحصولى يشتمل على مجموعة من النباتات التى تنتمى لنوع محصولى واحد، وتتماثل تقريبا فى كل صفاتها النباتية والبستانية الهامة. وتختلف الأصناف المحصولية عن بعضها البعض فى صفة أو أكثر من الصفات الواضحة المميزة. وكلمة cultivar هى التسمية الرسمية العلمية للصنف المحصولى، والتى أدخلت لتحل محل كلمة variety فى المطبوعات العلمية.

وتنتمى محاصيل الخضر التى تنجح زراعتها فى الأراضى الصحراوية إلى العائلات التالية:

١ – العائلة الباذنجانية Solanaceae : وتضم الطماطم، والبطاطس، والفلفل، والباذنجان.

٢ – العائلة القرعية Cucurbitaceae : وتضم البطيخ ، والقاوون (والشمام)، والخيار، والكوسة ، والقرع العسلى، والقثاء.

٣ – العائلة الصليبية Cruciferae : وتضم الكرنب، والقنبيط ، والبروكولى، وكرنب

بروكسل، وكرنب أبو ركبة، واللفت، والفجل، والجرجير.

٤ – العائلة البقولية Leguminosae : وتضم البسلة، والفاصوليا، واللوبيا، والفول الرومي.

٥ – العائلة الخيمية Umbelliferae : وتضم الجزر، والكرفس، والبقدونس، والشبت، والكزبرة.

٦ – العائلة المركبة Compositae : وتضم الخس، والهندباء.

٧ – العائلة الرمرامية Chenopodiaceae : وتضم السبانخ ، وبنجر المائدة ، والسلق.

٨ – العائلة العليقية Convolvulaceae : وتضم البامية.

٩ – العائلة الزيزفونية Tiliaceae : وتضم الملوخية.

١٠ – العائلة الوردية Rosaceae : وتضم الشليك.

١١ – العائلة الثومية Alliaceae : وتضم البصل، والثوم ، والكرات.

١٢ – العائلة الزنبقية Liliaceae : وتضم الهليون.

١٣ – العائلة النجيلية Graminae: وتضم الذرة السكرية.

هذا.. وتنتمي العشر عائلات الأول إلى قسم النباتات ذوات الفلقتين، بينما تنتمي العائلات الثلاث الأخيرة إلى قسم النباتات ذوات الفلقة الواحدة .

وقد استبعدت من القائمة السابقة بعض الخضر الهامة التى لم يثبت نجاح زراعتها فى الأراضى الصحراوية مثل: الخرشوف (العائلة المركبة)، والقلقاس (العائلة القلقاسية Ara-ceae)، وعديد من الخضر الثانوية التى لم تنتشر زراعتها فى مصر بعد، والخضر التى تنتج تحت ظروف متحكم فيها مثل عيش الغراب (عائلة عيش الغراب Agricaceae)، والهندباء البلجيكية (العائلة المركبة).

دورة الخضر

تعرف دورة الخضر بأنها النظام الذى يتبع لزراعة محاصيل مختلفة بتتابع خاص فى نفس قطعة الأرض خلال فترة زمنية محددة من ٢-٤ سنوات. وتتحدد مدة الدورة حسب نسبة مساحة الحقل التى يشغلها المحصول الرئيسى فى الدورة ؛ فإذا شغل ثلث الحقل كانت الدورة ثلاثية ، وإذا شغل ربع الحقل، كانت الدورة رباعية ، وهكذا. كما تسمى الدورة

باسم المحصول الرئيسى فيها.

وتفيد الدورة فى الأمور التالية:

١ - تنظيم الوضع الاقتصادى فى المزرعة:

يمكن عن طريق الدورة زراعة عدد من المحاصيل بتناسق معين على مدار العام ؛ الأمر الذى يساعد على توزيع الدخل على فترات أطول، وعلى توزيع المصاريف، وعدم تركيزها خلال فترة واحدة. والأهم من ذلك تجنب الخسائر التى يمكن أن تنجم عن زراعة المزرعة كلها بمحصول واحد فى حالة تعرض هذا المحصول للتلف لأى سبب كان، أو فى حالة انخفاض أسعاره بشدة ؛ بسبب زيادة العرض عن الطلب.

٢ - تنظيم العمالة على مدار العام :

يمكن عن طريق الدورة تجنب زراعة المحاصيل التى تحتاج إلى أيد عاملة كثيرة فى وقت واحد ؛ وبذا.. يمكن الاستفادة من الأيدى العاملة المتاحة على مدار العام، وتجنب الاختناقات التى يمكن أن تحدث.

٣ - مكافحة الأمراض :

يمكن التغلب على كثير من الأمراض بسهولة ؛ بتجنب زراعة الحقل بالمحصول أو المحاصيل التى تصاب بنفس المرض لمدة ٢ - ٣ سنوات، وتعد تلك المدة كافية للقضاء على معظم مسببات الأمراض فى غياب عائلها. إلا أن الدورة لا تكون فعالة فى الحالات التالية:

أ - عندما يستطيع المسبب المرضى أن يعيش فى التربة لمدة طويلة فى غياب العائل، كما هى الحال مع الفطريات المسببة لجرب البطاطس، وتفحم البصل.

ب - عندما تكثر عوامل المسبب المرضى، كما هى الحال بالنسبة لنيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne spp. .

جـ - عندما لا تعيش مسببات الأمراض فى التربة، كما فى حالة فطريات الأصداء، والبياض الدقيقى.

٤ – المحافظة على خصوبة التربة.

ويتحقق ذلك بمراعاة ما يلى عند تصميم الدورة.

أ – تبادل زراعة الخضر المجهدة مع الخضر نصف المجهدة ، والخضر غير المجهدة للتربة.

ب – تبادل زراعة الخضر المتعمقة الجنور مع الخضر نصف المتعمقة ، والخضر السطحية الجنور.

الفصل الثانى

العوامل البيئية وتأثيرها فى نباتات الخضر

العوامل الجوية

نتناول - فيمايلى - مختلف العوامل الجوية وتأثيرها فى محاصيل الخضر .

درجة الحرارة

تعد درجة الحرارة من أهم العوامل الجوية المؤثرة على نمو وتطور محاصيل الخضر ، بداية من زراعة البذرة ، حتى نضج الأعضاء النباتية . ويفيد التقسيم الحرارى للخضر - الذى سبقت مناقشته - فى دراسة الاحتياجات الحرارية لمختلف محاصيل الخضر . إلا أن درجة الحرارة المناسبة لاتختلف فقط باختلاف المحصول ، وإنما كذلك باختلاف مرحلة النمو، فلكل مرحلة :

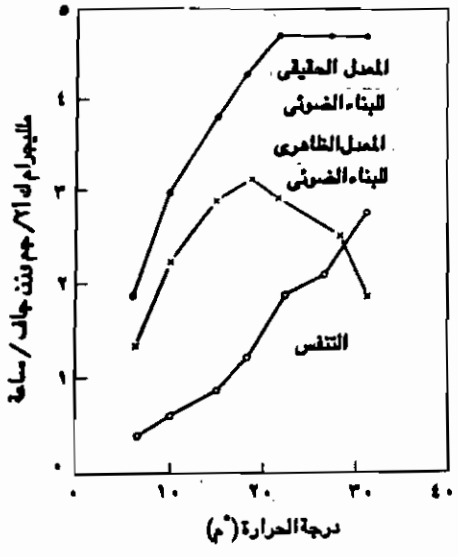
١ - درجة حرارة صغرى Minimum Temperature : وهى أقل درجة حرارة يمكن أن يحدث عندها النمو . وإذا انخفضت درجة الحرارة عن ذلك فإن النمو يتوقف ، لكن النبات لايموت إلا إذا وصلت درجة الحرارة إلى الدرجة الدنيا المميتة Minimum Lethal Temperature .

٢ - درجة حرارة مثلى Optimum Temperature : وهى درجة الحرارة التى يحدث عندها أقصى نمو.

٣ – درجة حرارة عظمى Maximum Temperature : وهى أعلى درجة حرارة يمكن أن يحدث عندها النمو ، فإذا ارتفعت درجة الحرارة عن ذلك ، فإن النمو يتوقف ، لكن النبات لايموت إلا إذا وصلت درجة الحرارة إلى الدرجة العظمى المميتة Maximum Lathal Temperature .

ويكون معدل البناء الضوئى أعلى ما يمكن ، بينما يكون معدل التنفس عاديا فى درجة الحرارة المثلى ، وبذلك تتوفر أعلى نسبة من الغذاء المجهز للنمو ، وبانخفاض درجة الحرارة عن الدرجة المثلى يقل معدل البناء الضوئى بدرجة أكبر من انخفاض معدل التنفس ، وبذلك يقل الفائض فى كمية الغذاء المجهز اللازم للنمو إلى أن يتوقف النمو عند درجة الحرارة الصغرى .

وبارتفاع درجة الحرارة عن الدرجة المثلى يزيد معدل التنفس بدرجة أكبر من الزيادة فى معدل البناء الضوئى ، وبذلك يقل أيضا الفائض فى كمية الغذاء المجهز اللازم للنمو (شكل ٢–١) إلى أن يتوقف النمو عند درجة الحرارة العظمى . ونجد أن سرعة النمو تتضاعف مع كل ارتفاع فى درجة الحرارة مقداره ١٠ درجات مئوية فيما بين الدرجة الصغرى والدرجة المثلى.



شكل (٢ –١) : تأثير درجة الحرارة على التنفس والبناء الضوئى (عن Hanan وآخرين ١٩٧٨) .

ويفيد انخفاض درجة الحرارة ليلا فى تقليل فقد الغذاء المجهز بالتنفس ، إلا أن انخفاضها عن الدرجة الصغرى يقلل من معدل تمثيل البروتين فى الخلايا الجديدة ، وبالتالى يقلل من معدل النمو . ويطلق على ظاهرة انخفاض درجة الحرارة ليلا وارتفاعها نهارا اسم Thermoperiodicity.

وباستمرار انخفاض درجة الحرارة إلى درجة التجمد ، فإن الماء يتجمد فى خلايا النبات؛ الأمر الذى يفقده خصائصه الهامة كوسط لكل التفاعلات الحيوية فى النبات.

ومع ارتفاع درجة الحرارة عن الدرجة العظمى واقترابها من الدرجة العظمى المميتة ، تحدث تغيرات لا عودة فيها فى التركيب الجزيئى للإنزيمات والبروتينات الأخرى ، فيفقد النبات بذلك إنزيماته التى هى أساس جميع التفاعلات الحيوية . ومن أبرز أضرار الحرارة المرتفعة حالة لسعة أو سمطة الشمس Sunscald ، والتى تشاهد فى عديد من الخضر عند تعرض أنسجتها الغضة لأشعة الشمس القوية ، وارتفاع درجة حرارتها بسبب امتصاصها للطاقة الساقطة عليها (Edmond وآخرون ١٩٧٥).

الضوء

تتأثر نباتات الخضر بكل من شدة الإضاءة وطول الفترة الضوئية

أولاً : تأثير شدة الإضاءة

١ - تؤثر شدة الإضاءة Light Intensity تأثيرا كبيرا فى معدل عملية البناء الضوئى ، فيزداد البناء الضوئى مع زيادة شدة الإضاءة فى حدود معينة . ونظرا لأن النباتات تعتمد فى نموها على عملية البناء الضوئى ، لذا.. نجد أن المحصول يزداد بزيادة شدة الإضاءة فى تلك الحدود .

٢ - يزداد النتح مع زيادة شدة الإضاءة ؛ لذا.. يفضل إجراء عملية الشتل فى الجو الملبد بالغيوم ، أو فى المساء ، لأن النباتات المشتولة حديثا لايمكنها امتصاص كمية كبيرة من الماء من التربة ، لأنها تفقد جزءا من مجموعها الجذرى عند تقليعها من المشتل .

٣ - تؤثر شدة الإضاءة فى التركيب التشريحى للأوراق. ففى الإضاءة الساطعة تحتوى

الأوراق على ٢ -٣ طبقات من الخلايا المحتوية على البلاستيدات الخضراء ، وتكون الخلايا مندمجة ومكتنزة بالغذاء المجهز. أما تحت ظروف الإضاءة الضعيفة ، فإن المسافات البينية بين خلايا النسيج الوسطى (الميزوفيل) تكون واسعة ، وتكون الأوراق عصيرية. وتلك هى الصفات المفضلة فى نباتات السلاطة ، مثل الخس ، والجرجير.

٤ - تؤدى زيادة الإضاءة أكثر من اللازم إلى الإصابة بلفحة الشمس ، ويحدث ذلك فى النموات الخضرية والثمرية على حد سواء.

يحدث الضرر للنموات الخضرية بصفة خاصة عندما تكون رهيفة وعصيرية وتتعرض ... ءة شمس قوية بعد فترة من الجو الملبد بالغيوم . ففى هذه الظروف تتلون الأنسجة ... رضة لأشعة الشمس باللون الأخضر المصفر فى مساحات غير منتظمة الشكل ، وسريعا تصبح الأنسجة المصابة طرية ، ثم تجف تاركة بقعا هشة بنية اللون.

كذلك تتعرض أبصال البصل ودرنات البطاطس لأضرار مماثلة عند إجراء الحصاد فى جو حار صحو.

وأيضا تصاب ثمار الخضر المختلفة بلفحة الشمس ، فتصاب ثمار الطماطم ، والبطيخ ، والشمام ، والقاوون ، والفلفل ، والباذنجان وغيرها عند التعرض لأشعة الشمس القوية فى الجو الحار . وتظهر الأعراض على ثمار الطماطم الخضراء ، أو غير المكتملة التلوين ، حيث يبدو النسيج المصاب لامعا فى البداية ، ثم يصبح مشبعا بالماء ، ثم يجف بسرعة ، وينخفض سطح النسيج المصاب عن مستوى سطح باقى الثمرة ، ويتحول لونه إلى اللون الأبيض أو الرمادى فى الثمار الخضراء ، وإلى اللون الأصفر فى الثمار الحمراء. وتزيد عادة شدة الضرر فى الأصناف ذات النمو الخضرى الضعيف.

وفى الفاصوليا تظهر أعراض لفحة الشمس على الثمار فى صورة بقع صغيرة مشبعة بالماء ، سرعان ما تتلون باللون الأحمر أو البنى . وتزداد حدة هذه الأعراض فى الجو الحار.

ثانياً: تأثير الفترة الضوئية

تؤثر الفترة الضوئية Photoperiod فى النبات عن طريقين :

١ – من خلال تأثيرها فى كمية الضوء الكلية التى تتعرض لها النباتات ، وبالتالى تؤثر على كمية الغذاء المجهز ، والنمو ، والمحصول.

٢ – من خلال تأثيرها المباشر فى نمو وتطور النباتات ، فيما يعرف بالتأقت الضوئى Photoperiodism. وقد يكون تأثير الفترة الضوئية متمثلا فى دفع النباتات إلى الإزهار ، أو إلى تكوين درنات ، أو أبصال ، أو مدادات ... إلخ من عمليات النمو والتطور التى تتأثر بالفترة الضوئية . وعادة.. يقصد بتأثير الفترة الضوئية تأثيرها فى الإزهار ، مالم يذكر غير ذلك.

وتقسم النباتات حسب استجابتها للفترة الضوئية إلى ثلاث مجموعات كما يلى :

١ – نباتات النهار القصير Short-day plants : وهذه لا تزهر إلا إذا زاد طول الليل على حد معين . فيجب أن تتعرض هذه النباتات لفترة ظلال لا تقل عن حد معين حتى تزهر ومن أمثلتها: الذرة السكرية ، والفول الرومى .

٢ – نباتات النهار الطويل Long-day plants : وهذه لا تزهر إلا إذا قصر طول الليل عن حد معين . فيجب أن تتعرض هذه النباتات لفترة ظلام لا تزيد على حد معين حتى تزهر. ومن أمثلتها: السبانخ والفجل ، والشبت.

٣ – نباتات محايدة لطول النهار Day-neutral plants : وهذه لا تتأثر فى إزهارها بالفترة الضوئية ، ومن أمثلتها: الطماطم ، والبامية.

وكما سبق الذكر .. فإن تأثير الفترة الضوئية لا يقتصر على الإزهار ، بل يمتد أيضا ليشمل :

١ – تكوين الأبصال : فيعد البصل والثوم من نباتات النهار الطويل بالنسبة لتكوين الأبصال .

٢ – تهيئة النبات لتكوين الدرنات : فتعد البطاطس من نباتات النهار القصير بالنسبة لتهيئة النباتات لتكوين الدرنات ، بينما تعد البطاطا من نباتات النهار الطويل بالنسبة لزيادة الجذور فى الحجم .

٣ – تكوين المدادات : فيعد الشليك من نباتات النهار الطويل بالنسبة لتكوين المدادات.

وعمليا .. يستفاد من دراسة الفترة الضوئية وتأثيرها على النباتات فى اختيار الصنف والموعد المناسبين للزراعة فى منطقة الإنتاج ، بحيث ينمو النبات بالطريقة التى تؤدى إلى إنتاج المحصول الاقتصادى الذى زرع من أجله ، فمثلا :

١ – عند زراعة محصول مثل السبانخ يراعى اختيار موعد الزراعة ، بحيث يتم إنتاج المحصول الاقتصادى – وهو الأوراق – قبل زيادة الفترة الضوئية إلى الحد الذى يدفع النباتات نحو الإزهار ، فتفقد بذلك قيمتها الاقتصادية.

٢ – كذلك توجد اختلافات كبيرة بين أصناف السبانخ فى سرعة اتجاهها نحو الإزهار بزيادة الفترة الضوئية ، فيجب اختيار الأصناف الأقل ميلا للإزهار فى الزراعات التى يصاحبها نهار طويل نسبيا.

٣ – عند زراعة البصل يجب اختيار الأصناف التى يمكنها تكوين الأبصال فى الفترة الضوئية السائدة فى منطقة الإنتاج.

٤ – توقيت موعد الزراعة بحيث تتجه النباتات نحو الإزهار فى الوقت المناسب عند الرغبة فى إنتاج البذور.

الرياح

تؤدى زيادة سرعة الرياح إلى :

١ – اقتلاع النباتات ، ورقاد النباتات الطويلة المروية حديثا.

٢ – تغطية النباتات بالرمال .

٣ – إثارة حبيبات الرمل التى تضرب فى النباتات ، محدثة بها اضرارا كبيرة .

٤ – اختلال التوازن المائى داخل النباتات وذبولها عندما تكون الرياح ساخنة جافة؛ نظرا لتسببها فى زيادة سرعة النتح بدرجة أكبر من قدرة الجذور على امتصاص الماء .

٥ – إغلاق الثغور جزئيا عند زيادة سرعة الرياح عن ١٠كم/ ساعة ، ويؤدى ذلك إلى نقص تبادل الغازات ، وبطء عملية البناء الضوئى.

٦ – تؤدى رياح الخماسين التى تهب على مصر خلال فصل الربيع – وهى رياح حارة جافة تكون محملة بالأتربة والغبار – إلى إحداث تأثيرات ضارة ؛ منها – بالإضافة إلى ما سبق – ضمور حبوب اللقاح ، وسقوط الأزهار والثمار الحديثة العقد ، وزيادة سرعة النضج، وزيادة الإصابة بالعنكبوت الأحمر.

الأمطار والرطوبة النسبية

للرطوبة النسبية مزاياها ومضارها كالتالى:

١ – تجود بعض المحاصيل فى ظروف الرطوبة النسبية المرتفعة ، مثل: القنبيط ، والخس ، والسبانخ ، والخضر الورقية عموما ، بينما تجود محاصيل أخرى فى الجو الجاف، مثل : البطيخ ، والشمام ، والقاوون .

٢ – تخفف الرطوبة النسبية المرتفعة من الأثر الضار لكل من الحرارة المنخفضة والحرارة المرتفعة على بعض محاصيل الخضر ، مثل: الطماطم ، والفاصوليا.

٣ – تساعد الرطوبة النسبية المرتفعة على انتشار الإصابة بالأمراض.

كذلك تساعد الأمطار على انتشار الإصابة بالأمراض – خاصة البكتيرية منها – ولذا .. يفضل إنتاج بذور الخضر فى المناطق الجافة غير الممطرة حتى لا تنتشر الأمراض – خاصة تلك التى تنتقل عن طريق البذور – كما فى عديد من أمراض البسلة والفاصوليا. وتؤدى الأمراض إلى انتثار بذور بعض الخضر قبل حصادها كما فى الخس .

العوامل الأرضية

الصفات العامة للتربة

يبين جدول (٢-١) الصفات العامة للأراضى الصحراوية الحديثة الاستزراع مقارنة بأراضى الوادى والدلتا (عن عبد الحميد ١٩٩١) . يتبين من الجدول أن نسبة الرمل – بالوزن – لاتقل فى الأراضى الصحراوية (الرملية) عن ٨٥ ٪ ، إلا أن هذه النسبة تنخفض إلى ٧٠ – ٨٥ ٪ فى الأراضى الرملية الطميية ، وإلى ٤٥ – ٧٠ ٪ فى الأراضى الطينية الرملية ، والطميية الرملية الطينية ، والطميية الرملية .

جدول (٢-١) : صفات التربة فى الأراضى الصحراوية المصرية مقارنة بأراضى الوادى والدلتا .

نوع التربة	المحتوى (٪ بالوزن) رمل	سلت	طين	رقم الـ pH	التوصيل الكهربى (EC_e)	كربونات الكالسيوم (٪)	المادة العضوية (٪)
الصحراوية							
الرملية	٨٥ – ٩٠	٣ – ٥	٧ – ١٠	٨ر٠ – ٨ر٥	٢ر٠ – ٧ر٠	٥ر٠ – ٧ر٠	٤ر٠ – ٨ ر٠
الجيرية	٧٠ – ٨٣	٧ – ١٠	١٠ – ٢٠	٨ر٥ – ٩ر٠	٦ر٠ – ٣ر٠	٦ – ٤٠	٧ر٠ – ٩ ر٠
الوادى والدلتا	٢٠ – ٢٥	٣٧ – ٤٧	٢٨ – ٤٣	٨ر٠ – ٨ر٥	٦ر٠ – ٣ر٥	٥ر٤ – ٧ر٥	١ – ٥ ر٤

وتتميز الأراضى الرملية – بمختلف أنواعها بقوامها الخشن ومساميتها العالية . وهى خصائص تجعلها أنسب الأراضى لإنتاج محصول مبكر من الخضر ، لكن المحصول لا يكون عاليا فيها إلا إذا أعطيت عمليات الخدمة المحصولية عناية فائقة ، خاصة تلك التى تتأثر بطبيعة التربة ؛ مثل : الرى ، والتسميد . كذلك لا تحتاج حقول الخضر فى الأراضى الرملية إلى جهد كبير فى حراثة الأرض ، لأنها أراض مفككة بطبيعتها . ونظرا لجفاف الطبقة السطحية من التربة فى الأراضى الرملية بسرعة ؛ لذا .. فإنها لا تزرع إلا بالطريقة (العفير) أى زراعة البذور الجافة فى أرض جافة ثم الرى.

النفاذية للماء

تعد النفاذية العالية للماء من أهم عيوب الأراضى الرملية الخشنة القوام ، إذ إنها تزيد على ١٠٠مم/ ساعة فى الأراضى الرملية الخشنة ، والطمية الرملية ، بينما هى تتراوح من ٢٠ – ١٠٠ مم / ساعة فى الأراضى الرملية الطمية ، والرملية الناعمة الطمية، والطمية الرملية الناعمة ، وتنخفض إلى ٥ – ٢٠مم / ساعة فى الأراضى الطمية ، والسلتية الطمية ، والطينية الطمية ، وإلى أقل من ٥مم / ساعة فى الأراضى الطينية ، والسلتية الطينية ، والرملية الطينية . ولذا .. نجد أن الأراضى الرملية الخشنة القوام لاتحتفظ بالرطوبة عقب الرى ، بل يرشح منها الماء بسرعة كبيرة إلى باطن الأرض .

وتتطلب الزراعة فى الأراضى ذات النفاذية العالية استعدادات خاصة ، منها مايلى :

١ – لا تصلح مع هذه الأراضى طريقة الرى بالغمر ، لكن إذا اتبعت معها ، فيجب على الأقل تبطين قنوات الرى الرئيسية بالأسمنت أو البلاستيك الأسود لمنع تسرب الماء منها .

٢ – يناسب هذه الأراضى طريقتا الرى بالرش ، والرى بالتنقيط .

٣ – يفيد خلط الطبقة السطحية من التربة فى هذه الأراضى بمركبات محبة للماء – وذات قدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة – فى زيادة احتفاظ الأرض بالماء . تعرف هذه المواد باسم Soil Conditioners ، وجميعها من البوليميرات التى من أهم أنواعها ما يلى (عن White ١٩٨٧) .

البوليميرات الذائبة	البوليميرات المستحلبة
Polyvinyl alcohol (PVA)	Bitumen
Polyacrylamide (PAM)	Polyvinylacetate (PVAc)
Polyethyleneglycol (PEG)	Polyurethane

ومن أمثلة التحضيرات التجارية لهذه المركبات ما يلى :

أ – أجروسوك Agrosoke : إنتاج Chem. Discoveries بانجلترا ، ويمتص حتى ٣٠ ضعف وزنه من الماء .

ب – جالشاكتى Jalshakti : منتج هندى يمتص حتى ١٠٠ ضعف وزنه من الماء .

جـ – هموزورب Homosorb : يمتص حتى ١٥٠ ضعف وزنه من الماء .

د – برودليف بى٤ Broadleaf P4 : إنتاج Agr. Polymers بانجلترا ، ويمتص حتى ٤٠٠ ضعف وزنه من الماء .

هـ – أكواستور Aguastore : إنتاج شركة Cyanamid ، ويمتص حتى ٥٠٠ ضعف وزنه من الماء (الزراعة فى العالم العربى – ١٩٨٧ – المجلد الثالث – العدد الأول) .

تتميز هذه المركبات بمايلى :

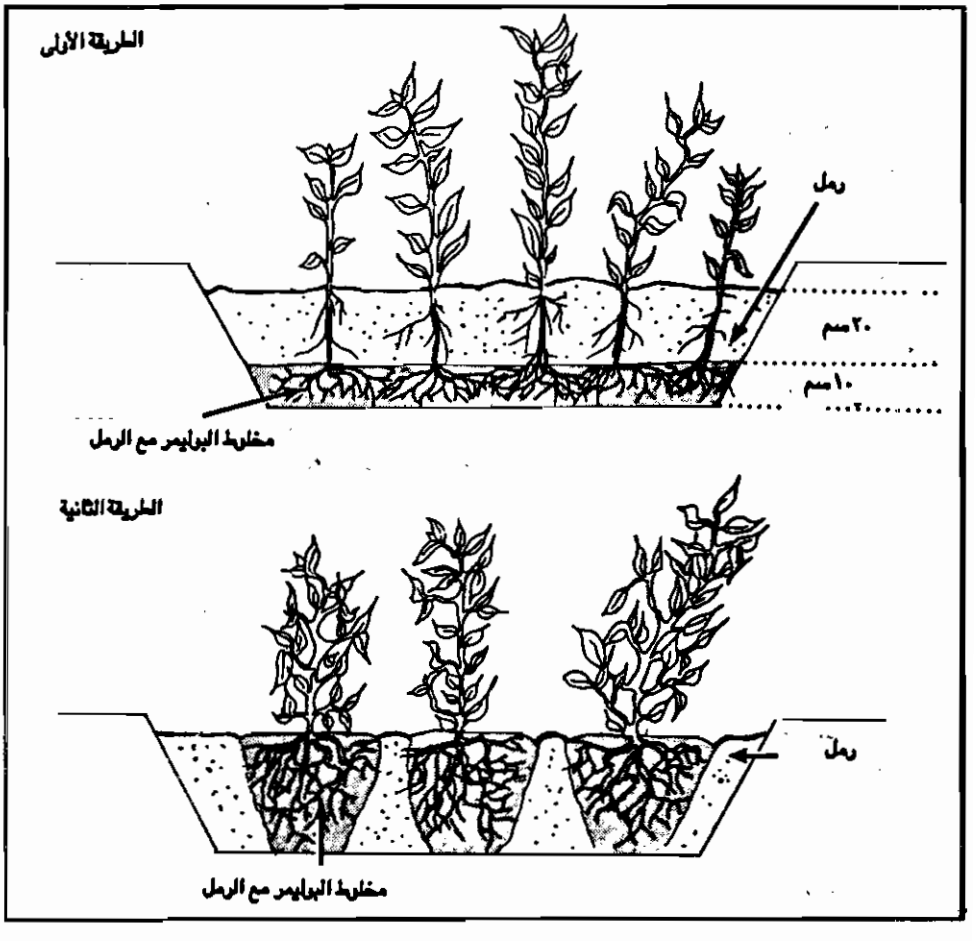
أ – تمتص مياه الأمطار فلا تفقد بالتبخير ، ومياه الرى فلا تفقد بالرشح .

ب – تُحسّن تهوية التربة .

جـ – لا تتخلل فى التربة ، وتكفى معاملة واحدة منها .

تفيد هذه المركبات فى تقليل صدمة الشتل ، وزيادة كفاءة استخدام المياه ، وتحسين النمو النباتى ، وزيادة المحصول .

تخلط هذه المركبات بالتربة إلى العمق المناسب – الذى تنتشر فيه الجذور – إما يدوياً ، وإما آلياً . فمثلا .. يخلط الأجروسوك بالطبقة السطحية من التربة حتى عمق ١٠سم . ويكفى كيلوجرام واحد منه لكل طن من الأرض الرملية ، أى نحو طن لكل هكتار من الأرض . ويستخدم الأكواستور بمعدل كيلوجرام واحد / لكل متر مكعب من الأرض الرملية . أما الهيدروجيل فيستخدم بمعدل ١٥ – ٢٠ جم / م٢ من الأرض . ويبين شكل (٢ – ٢) كيفية إضافة تلك المركبات .



شكل (٢ –٢) : طريقتان لإضافة المركبات البوليمترية إلى التربة الرملية .

٤ – يفيد مع الأراضى الرملية الخشنة القوام (التى لا تقل نسبة الرمل فيها عن ٨٥ ٪ ، ولا تزيد نسبة الطين فيها على ١٠٪) استخدام الحواجز الأسفلتية للرطوبة As-phalt Moisture Barriers . يوضع الحاجز الأسفلتى تحت سطح التربة بنحو ٦٠ – ٩٠سم بواسطة آلة خاصة لذلك ، بحيث تتكون على هذا العمق طبقة مستمرة من الأسفلت بسمك نحو ٣مم . يؤدى استخدام هذه الحواجز الأسفلتية إلى احتفاظ الأرض بالرطوبة وزيادة المحصول .

السعة التبادلية الكاتيونية

تحمل غرويات التربة – سواء أكانت غرويات الطين ، أم الغرويات العضوية – شحنات سالبة بكثرة ، وتزداد أعداد الشحنات السالبة على الغرويات العضوية كلما ازدادت درجة تحللها . تجذب هذه الشحنات السالبة إليها الكاتيونات المختلفة ، مثل : الكالسيوم ، والبوتاسيوم ، والمغنسيوم ، والأيدروجين ، والصوديوم ، والأمونيوم ، فتدمص على سطح غرويات التربة .

ويعبر عن عدد مواقع ادمصاص الكاتيونات لكل وحدة من وزن التربة بالسعة التبادلية الكاتيونية Soil Cation Exchange Capacity ، وتحسب بالملليمكافىء millequivalents لكل ١٠٠جم من التربة المجففة ، وهى تساوى عدد ملليجرامات أيون الأيدروجين H^+ التى تتحد بمئة جرام من التربة الجافة .

وتكون السعة التبادلية الكاتيونية قليلة جداً ، ولا تذكر فى كل من السلت والرمل ، وتتراوح من ٨ إلى ١٠٠ فى الأنواع المختلفة من غرويات الطين ، وتصل إلى ٢٠٠ فى المادة العضوية . وعليه .. تبلغ قيمة السعة التبادلية الكاتيونية أقل من ٥ فى الأراضى التى تحتوى على نسبة قليلة جداً من الطين ، ويمكن تقديرها تقريباً بالمعادلة التالية :

السعة التبادلية الكاتيونية = (النسبة المئوية للمادة العضوية فى التربة × ٢) + (النسبة المئوية للطين فى التربة × $\frac{١}{٢}$) .

ويعد انخفاض السعة التبادلية الكاتيونية من أهم عيوب الأراضى الرملية ؛ لما يترتب على ذلك من عدم قدرة هذه الأراضى على الاحتفاظ بأيونات العناصر الغذائية الموجبة الشحنة .

ولذا .. تفيد كثيراً إضافة الأسمدة العضوية إلى هذه الأراضى – خاصة فى خطوط الزراعة – حيث تُحدث تلك الأسمدة زيادة ملموسة فى كل من السعة التبادلية الكاتيونية ، وقدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة فى منطقة نمو الجذور .

الرقم الايدروجينى (الـ pH)

يعبر عن تفاعل التربة بالرقم الأيدروجينى pH . وبينما يتراوح pH غالبية الأراضى بين ٥ر٠ ، و ٩ر٠ ، فإن pH الأراضى الصحراوية يرتفع دائماً من ٨ر٠ ، حيث يتراوح غالباً من ٨ر٠ – ٨ر٥ ، بينما يصل الرقم إلى ٩ر٠ فى الأراضى الجيرية . ويلاحظ أن كل تغير مقداره وحدة pH يقابله تغير نسبى مقداره عشرة أضعاف فى حموضة التربةأو قلويتها . فمثلا .. تزداد قلوية التربة عشرة أضعاف عن تغير الـ pH عن ٧ر٥ إلى ٨ر٥ .

وفى هذا المجال من الـ pH السائد فى الأراضى الصحراوية تثبت معظم العناصر الدقيقة كالحديد ، والمنجنيز ، والنحاس ، والزنك ، والبورون ، كما يقل أيضاً تيسر عنصر الفوسفور ، خاصة عند ارتفاع الـ pH عن ٨ر٠ .

وعلى العكس من ذلك .. فإن بقية العناصر الغذائية (النيتروجين ، والبوتاسيوم ، والكبريت، والمغنسيوم ، والموليبدنم) لا تثبت فى مدى الـ pH القلوى السائد فى الأراضى الصحراوية .

وبالرغم من أن أنسب pH لزراعة محاصيل الخضر يتراوح من ٦ – ٦ر٨ ، حيث يتوفر فى هذا المجال معظم العناصر الغذائية الضرورية للنبات ، إلا أنه يمكن زراعة الخضر بنجاح فى pH يصل إلى ٩ر٠ ، بشرط علاج النقص الذى يمكن أن يحدث فى بعض العناصر الغذائية .

وتزداد مشكلة ارتفاع الـ pH فى الأراضى الصحراوية تعقيداً عندما يكون ذلك مصاحباً بارتفاع كبير فى نسبة كربونات الكالسيوم ، كما فى الأراضى الجيرية ؛ إذ يؤدى ذلك إلى ما يلى :

١ – تتحول فوسفات أحادى وفوسفات ثنائى الكالسيوم إلى فوسفات ثلاثى الكالسيوم ، وهى صورة قليلة الذوبان جداً فى الماء .

٢ – تتحول مركبات العناصر الصغرى الأكثر ذوباناً فى المحلول الأرضى إلى صورة الكربونات الأقل ذوباناً .

٣ – يؤدى توفر الجير إلى تطاير وفقد الأمونيا من الأسمدة النشادرية .

ويوصى – عموماً – بزيادة تركيز عناصر الحديد ، والمنجنيز ، والزنك فى مياه الرى (بالتنقيط) بنسبة ٥٠٪ عند وجود كربونات الكالسيوم فى الأرض بنسبة ٥ – ١٠٪ . أما عند زيادة نسبة الجير عن ١٠٪ .. فإنه تفضل إضافة العناصر الصغرى رشاً على أوراق النباتات .

ملوحة التربة

تتراكم الأملاح بصورة طبيعية فى الأراضى التى تتكون من تفتت صخور معدنية تحتوى على أملاح بكميات زائدة ، إلا أن الأملاح تزداد أيضاً فى التربة بفعل العوامل التالية :

١ – مع ماء الرى : وتتأثر سرعة تراكم الأملاح التى تصل إلى التربة بهذه الطريقة بكل من :

أ – درجة ملوحة الماء المستخدم فى الرى .

ب – كمية الماء المستخدمة فى الرى .

ففى حالة قلة المياه – كما هى الحال فى الأراضى الصحراوية – لا يكون الرى بالدرجة التى تكفى لبل التربة إلى عمق كبير ، ومن ثم لا تغسل الأملاح ، وتتراكم سنوياً . وفى المناطق الحارة قد تصل كمية ماء الرى فى الموسم الواحد إلى ٣٦٠٠ م^{٣} للفدان (متوسط ٢٠ م^{٣} للفدان يومياً بالتنقيط × ٣٠ يوماً شهرياً × ٦ شهور لموسم النمو) ، أى أن كمية الأملاح المضافة للفدان – مع ماء الرى فى الموسم الواحد تتراوح من ٠,٩ طناً (عند استخدام مياه عذبة تبلغ نسبة الأملاح فيها ٢٥٠ جزءاً فى المليون) إلى ٩ أطنان للفدان (عند استخدام مياه تبلغ نسبة الأملاح فيها ٢٥٠٠ جزء فى المليون) .

٢ – عند ارتفاع منسوب الماء الأرضى ، فإن الصرف يكون رديئاً من جهة ، ومن جهة أخرى .. يؤدى منسوب الماء الأرضى المرتفع إلى ارتفاع الماء إلى سطح التربة بالخاصية الشعرية وتبخره ، تاركاً الأملاح على سطح التربة .

ونجد فى الأراضى العادية أن الكالسيوم والمغنسيوم يكونان أكثر الكاتيونات تواجداً ، أما عند زيادة تركيز الأملاح ، فإن كبريتات وكربونات الكالسيوم ، وكبريتات المغنسيوم تترسب ، لأن قدرتها على الذوبان محدودة ، ويؤدى ذلك بالتالى إلى زيادة نسبة أيونات الصوديوم فى المحلول الأرضى .

ونظراً لوجود توازن ديناميكى بين الأيونات الذائبة فى المحلول الأرضى والأيونات المدمصة على سطح حبيبات التربة ، فإن أيونات الصوديوم تحل محل بعض أيونات الكالسيوم والمغنسيوم على سطح حبيبات التربة . وفى بعض الأراضى الملحية التى تزيد فيها نسبة تركيز أيون الصوديوم عن نصف الكاتيونات الذائبة الكلية يكون أيون الصوديوم هو الكاتيون الوحيد تقريباً فى المحلول الأرضى ، ومن ثم يكون هو الكاتيون الأساسى المدمص على غرويات التربة (Allison ١٩٦٤) .

وتحتاج الأراضى الشديدة الملوحة إلى الغسيل - قبل زراعتها بالخضر الحساسة للملوحة - بنحو ٢١٠٠ م^3 ماء للفدان ؛ ليمكن التخلص مما يوجد فيها من أملاح ، ويمكن إضافة تلك الكمية من الماء بطريقة الرش . كذلك يلزم توفير صرف جيد فى الأراضى التى يرتفع فيها مستوى الماء الأرضى ، وتحسين نفاذية الأراضى القليلة النفاذية بإضافة الجبس الزراعى إليها لكى يحل الكالسيوم محل الصوديوم ، مع غسيل الأملاح الزائدة بالرى الغزير ، ويفضل إضافة الماء بطريقة الغمر فى تلك الحالات .

ولتجنب تراكم الأملاح فى التربة أثناء نمو المحصول ، يلزم دائماً زيادة كمية مياه الرى - فى كل رية - عما يلزم لتوصيل الرطوبة فى منطقة نمو الجذور إلى السعة الحقلية ، حيث تعمل كمية المياه الزائدة على غسيل الأملاح التى تضاف إلى التربة مع كل رية ولا تمتصها النباتات . وتتضح أبعاد هذه المشكلة عند اتباع نظام الرى بالتنقيط ، حيث يكون الهدف هو التوفير فى مياه الرى إلى أكبر قدر ممكن .

تعرف نسبة الزيادة فى مياه الرى (عما يلزم لحاجة المحصول) التى تلزم لغسيل الأملاح المتراكمة باسم عامل الغسيل ، وهى تتوقف على كل من : مدى ملوحة مياه الرى ، ودرجة الملوحة التى يُراد المحافظة عليها فى منطقة انتشار الجذور ، وهى التى تتوقف على مدى حساسية المحصول المزروع للملوحة . ويحسب عامل الغسيل بالمعادلة التالية :

عامل الغسيل = م ر × ١٠٠ / م ت

حيث إن :

م ر : ملوحة مياه الرى معبراً عنها بالمليموز .

م ت ملوحة التربة التى يراد المحافظة عليها فى منطقة نمو الجذور معبرا عنها بالمليموز كذلك (عن وزارة الزراعة ١٩٨٩) .

ويلزم الاسترشاد بجدول (٢ – ٣) لاختيار قيمة (م ت) المناسبة لكل محصول ، علماً بأن قيمة عامل الغسيل المناسبة يجب ألا تزيد على ٣٠ ٪ ، وإلا ترتب على ذلك فقد كبير فى مياه الرى ، مع احتمال تعرض النباتات للإصابة بأعفان الجذور .

ملوحة مياه الرى

تتناسب درجة التوصيل الكهربائى لماء الرى تناسباً طردياً مع درجة ملوحته . وتقسم مياه الرى حسب درجة توصيلها الكهربائى (EC_w) إلى ست درجات كما يلى:

١ – **الدرجة الأولى** : تتراوح درجة التوصيل الكهربائى فيها من صفر إلى ٠,٢٥ مللى موز (صفر – ١٥٠ جزءاً فى المليون من الأملاح) ، وملوحتها منخفضة ، ويمكن استعمال هذه المياه فى رى معظم المحاصيل فى معظم الأراضى ، دون أى احتمال لحدوث مشاكل ملوحة . ويلزم توفير صرف مناسب للماء الزائد فى الأراضى الضعيفة النفاذية .

٢ – **الدرجة الثانية** : تتراوح درجة التوصيل الكهربائى فيها من ٠,٢٥ – ٠,٧٥ مللى موز (١٥٠ – ٥٠٠ جزء فى المليون من الأملاح) ، وملوحتها معتدلة . ويمكن استعمال هذه المياه فى رى معظم المحاصيل ماعدا الشديدة الحساسية ، وفى معظم الأراضى ، ماعدا القليلة النفاذية ، حيث يجب توفير صرف جيد للسماح بغسل الأملاح .

٣ – **الدرجة الثالثة** : تتراوح درجة التوصيل الكهربائى فيها من ٠,٧٥ – ٢,٢٥ مللى موز (من ٥٠٠ – ١٥٠٠ جزء فى المليون من الأملاح تقريباً) ، وملوحتها معتدلة إلى عالية ، ويجب قصر استعمال هذه المياه على الأراضى المتوسطة إلى العالية النفاذية ، كما يحسن غسل الأملاح بصفة دورية ، تجنباً لمشاكل الملوحة . كذلك يجب أن يقتصر استعمال

هذه المياه على المحاصيل المتوسطة إلى العالية فى قدرتها على تحمل الملوحة .

٤ - **الدرجة الرابعة** : تتراوح درجة التوصيل الكهربائى فيها من ٢,٢٥ - ٤,٠ مللى موز (من ١٥٠٠ - ٢٥٠٠ جزء فى المليون من الأملاح تقريباً) ، وملوحتها عالية ، ويمكن استعمالها فى رى المحاصيل ذات القدرة العالية على تحمل الملوحة عند زراعتها فى الأراضى العالية النفاذية ، بشرط توفير صرف جيد .

٥ - **الدرجة الخامسة** : تتراوح درجة توصيلها الكهربائى من ٤ر٠ - ٦ر٠ مللى موز (من ٢٥٠٠ - ٤٠٠٠ جزء فى المليون من الأملاح تقريباً) ، وملوحتها عالية جداً ، وتستعمل تحت الظروف التى تستخدم فيها مياه الدرجة الرابعة ، بشرط توفير غسيل دائم ، وإن كان لا ينصح باستعمال هذه المياه فى الرى .

٦ - **الدرجة السادسة** : تزيد درجة التوصيل الكهربائى فيها عن ٦ر٠ مللى موز (يزيد تركيز الأملاح على ٤٠٠٠ جزء فى المليون) ، وملوحتها عالية جداً بدرجة لا ينصح معها استعمال هذه المياه فى الرى (من Thorne & Peterson ١٩٥٤) .

وتجدر الإشارة إلى أن تركيز الأملاح فى الماء الأرضى يبلغ ٢ - ١٠٠ ضعف تركيزه فى ماء الرى حسب الحالة . ففى الأراضى الرملية التى تروى بغزارة قد يقترب تركيز الأملاح فى الماء الأرضى من تركيزه فى ماء الرى . أما فى الأراضى الثقيلة .. فقد يصل تركيز الأملاح فى الماء الأرضى إلى ١٠٠ ضعف تركيزه فى ماء الرى (Israelsen & Hansen١٩٦٢) .

مضار الصوديوم والبورون فى مياه الرى

يعتبر كلوريد الصوديوم هو الملح الرئيسى المسئول عن الملوحة فى مياه الرى . وعندما تزيد نسبة تركيز الصوديوم إلى الكالسيوم والمغنسيوم (بالمللى مكافىء / لتر) على الواحد الصحيح فإن الصوديوم يتراكم فى التربة ، وتصبح الأرض قلوية . ويتطلب استعمال المياه المرتفعة فى محتواها من الصوديوم عناية خاصة ، إذ يلزم توفير صرف جيد وغسيل جيد ، مع إضافة المادة العضوية لتحسين صفات التربة الطبيعية . وتلزم أحيانا إضافة الجبس الزراعى لإحلال الكالسيوم محل الصوديوم على حبيبات الطين .

وبصفة عامة .. فإن الأراضى الرملية لا تُضار من استعمال المياه المرتفعة الملوحة فى الرى . كما أن توفير الجبس فى التربة يقلل من أضرار زيادة الأملاح فى ماء الرى .

ونظراً لتفاوت المحاصيل المختلفة فى تحملها للبورون ؛ لذا .. فإن مياه الرى تقسم – من حيث نوعيتها – تقسيماً يدخل فى حسبانه درجة حساسية المحاصيل للبورون كما فى جدول (٢-٢) . ويؤدى كثرة استعمال المياه التى يزيد محتواها من البورون على جزأين فى المليون إلى إحداث مشاكل مع معظم المحاصيل الزراعية .

جدول (٢-٢) تقسيم مياه الرى حسب محتواها من البورون ومدى صلاحيتها لرى المحاصيل المختلفة.

نوعية المياه ومدى صلاحيتها للرى	الحد الأقصى لمحتوى المياه من البورون (بالجزء فى المليون) النسبة للمحاصيل		
	الحساسة للبورون	المتوسط التحمل للبورون	العالية التحمل للبورون
ممتازة	< ٠ر٣٣	< ٠ر٦٧	< ١ر٠٠
جيدة	٠ر٣٣ – ٠ر٦٧	٠ر٦٧ – ١ر٣٣	١ر٠٠ – ٢ر٠٠
مقبولة	٠ر٦٧ – ١ر٠٠	١ر٣٣ – ٢ر٠٠	٢ر٠٠ – ٣ر٠٠
مشكوك فى صلاحيتها	١ر٠٠ – ١ر٢٥	٢ر٠٠ – ٢ر٥٠	٣ر٠٠ – ٣ر٧٥
غير صالحة	> ١ر٢٥	> ٢ر٥٠	> ٣ر٧٥

وتقسم الخضروات حسب تحملها للبورون فى ماء الرى إلى الأقسام التالية :

١ – خضروات حساسة للتركيزات المنخفضة التى تصل إلى ٠,٥ – ١,٠ جزءاً فى المليون من البورون ، مثل الفاصوليا .

٢ – خضروات متوسطة التحمل ، ويمكنها النمو فى تركيزات تصل إلى ١ – ٢ جزء فى المليون من البورون ، وتشمل : البطاطا ، والفلفل ، والطماطم ، والقرع العسلى ، والذرة السكرية ، والبسلة ، والفجل ، والبطاطس ، والكرفس .

٣ – خضروات قادرة على تحمل تركيزات عالية من البورون تصل إلى ٢ – ١٠ أجزاء فى المليون ، وتشمل : الجزر ، والخس ، والكرنب ، واللفت ، والبصل ، والفول الرومى ، والقاوون ، والبنجر ، والهليون .

ومن المحاصيل الأخرى الشديدة التحمل للبورون فى مياه الرى : النخيل ، وبنجر السكر ، والبرسيم الحجازى .

وقد رتبت الخضروات فى كل مجموعة تصاعدياً حسب قدرتها على تحمل البورون (Allison ١٩٦٤) .

تقسيم الخضر حسب تحملها لملوحة التربة

تتفاوت محاصيل الخضر كثيراً فى مدى حساسيتها ، أو تحملها لملوحة التربة ، ويتضح ذلك من جدول (٢ - ٣) الذى رتبت فيه محاصيل الخضر تصاعدياً حسب تحملها لملوحة التربة ، مع مقارنتها بعدد من محاصيل الفاكهة ومحاصيل الحقل الهامة ؛ علماً بأن القيم المبينة فى الجدول هى للاسترشاد بها فقط ، أما القيم الفعلية لتحمل الملوحة .. فإنها تتوقف على الظروف الجوية ، والعوامل الأرضية ، والمعاملات الزراعية التى يُعطاها المحصول (عن Maas ١٩٨٤) .

جدول (٢-٣) : الحد الأقصى للملوحة الذى يمكن أن تتحمله محاصيل الخضر المختلفة - مقارنة بعدد من الفاكهة والمحاصيل الحقلية - وتأثير زيادة الملوحة عن ذلك فى نموها .

المحصول	الحد الأقصى لمستوى الملوحة -فى مستخلص التربة المشبع- الذى لا يحدث معه نقص فى المحصول (Ece)(أ)	النسبة المئوية للنقص فى المحصول مع كل زيادة مقدارها وحدة (ECe) عن الحد الأقصى المناسب لمستوى الملوحة
محاصيل حساسة :		
الفاصوليا	١ر٠	١٩
الجزر	١ر٠	١٤
الشليك	١ر٠	٣٣
البصل	١ر٢	١٦
البرقوق(ب)	١ر٥	١٨
المشمش(ب)	١ر٦	٢٤
البرتقال	١ر٧	١٦
الخوخ	١ر٧	٢١
الجريب فروت(ب)	١ر٨	١٦

جدول (٢-٣) : يتبع .

المحصول	الحد الأقصى لمستوى الملوحة – فى مستخلص التربة المشبع – الذى لايحدث معه نقص فى المحصول (Ece)(أ)	النسبة المئوية للنقص فى المحصول مع كل زيادة مقدارها وحدة (ECe) عن الحد الأقصى المناسب لمستوى الملوحة
محاصيل متوسطة الحساسية :		
اللفت	٩ر٠	٩ر٠
الفجل	١ر٢	١٣
الخس	١ر٣	١٣
البرسيم المصرى	١ر٥	٧ر٥
العنب(ب)	١ر٥	٩ر٦
الفلفل	١ر٥	١٤
البطاطا	١ر٥	١١
الفول الرومى	١ر٦	٩ر٦
الذرة	١ر٧	١٢
الكتان	١ر٧	١٢
البطاطس	١ر٧	١٢
قصب السكر	١ر٧	٩ر٥
الكرنب	١ر٨	٩ر٧
الكرفس	١ر٨	٦ر٢
البرسيم الحجازى	٢ر٠	٧ر٣
السبانخ	٢ر٠	٧ر٦
اللوبيا (علف)	٢ر٥	١١
الخيار	٢ر٥	١٣
الطماطم	٢ر٥	٩ر٩
البروكولى	٢ر٨	٩ر٢

جدول (٢-٣) : يتبع .

المحصول	الحد الأقصى لمستوى الملوحة – فى مستخلص التربة المشبع – الذى لايحدث معه نقص فى المحصول (Ec_e)(أ)	النسبة المئوية للنقص فى المحصول مع كل زيادة مقدارها وحدة (ECe) عن الحد الأقصى المناسب لمستوى الملوحة
محاصيل متوسطة التحمل :		
حشيشة السودان	٢ر٨	٤ر٣
بنجر المائدة(جـ)	٤ر٠	٩ر٠
الكوسة	٤ر٧	٩ر٤
اللوبيا	٤ر٩	١٢
فول الصويا	٥ر٠	٢٠
القمح(جـ)	٦ر٠	٧ر١
الذرة الرفيعة	٦ر٨	١٦
محاصيل تتحمل الملوحة :		
الهليون	–	–
نخيل البلح	٤ر٠	٣ر٦
حشيشة برمودا	٦ر٩	٦ر٤
بنجر السكر(جـ)	٧ر٠	٥ر٩
القطن	٧ر٧	٥ر٢
الشعير(جـ)	٨ر٠	٥ر٠

أ – كل وحدة EC_e : ٦٤٠ جزءاً فى المليون .

ب – قُـيِّـمَ تحمل الملوحة على أساس النمو النباتى وليس المحصول .

جـ – أقل تحملاً للملوحة أثناء إنبات البذور ونمو البادرات .

أضرار الملوحة العالية ووسائل التغلب عليها

تؤدى الملوحة الزائدة فى التربة ، أو فى ماء الرى إلى ضعف إنبات البذور بدرجة كبيرة ، وتهتك بعض أنسجة الجذور ، وموت معظم النباتات ، ويرجع ذلك إلى الأسباب التالية :

١ – زيادة الضغط الإسموزى للمحلول الأرضى ؛ وبالتالى فشل البذور والنباتات فى الحصول على كل احتياجاتها من الماء .

٢ – الضرر المباشر الذى تحدثه التركيزات المرتفعة من أيونى الصوديوم والكلور فى الأنسجة النباتية .

٣ – عدم اتزان العناصر الغذائية فى المحلول الأرضى ، وظهور أعراض نقص بعض العناصر .

٤ – الأضرار الناشئة عما تحدثه هذه الأملاح من تغيرات غير مرغوبة فى الخواص الطبيعية والكيميائية للأراضى .

ويمكن تجنب وتقليل أضرار الملوحة بمراعاة ما يلى :

١ – تفضل الزراعات الشتوية ، حيث يكون ضرر الأملاح عليها أقل مما فى الزراعات الصيفية .

٢ – تفضل الزراعة بالشتل عن الزراعة بالبذرة ؛ لأن الشتلات أكثر تحملاً للملوحة من البذور .

٣ – تفضل زراعة المحاصيل الأكثر تحملاً للملوحة .

٤ – يحسن اتباع طريقة الرى بالتنقيط ؛ لأنها تعمل على تجميع الأملاح بعيداً عن النباتات ، على أن تغسل التربة من الأملاح المتراكمة فيها قبل زراعة المحصول التالى .

٥ – عند توفر الرى .. يمكن اتباع طريقة الرى السطحى بالغمر مع الزراعة بأى من الطرق التالية :

أ – على خطوط عالية ، على أن تكون الزراعة فى النصف السفلى من ميل الخطوط ،

وأن يصل ماء الرى – عبر قنوات خطوط – إلى حد الزراعة ؛ ليكون تزهر الأملاح بعيداً عن النباتات (شكل ٢ – ٣) .

ب – فى خطوط مفردة فى منتصف مصاطب عريضة ، مع تنظيم الرى بحيث تتزهر الأملاح بعيداً عن النباتات (شكل ٢ – ٤) .

جـ فى خطوط مزدوجة على جانبى مصاطب عريضة ، مع تنظيم الرى بحيث تزهر الأملاح فى منتصف المصاطب بعيداً عن النباتات (شكل ٢ – ٥) (عن Mayberry ١٩٨٣) .

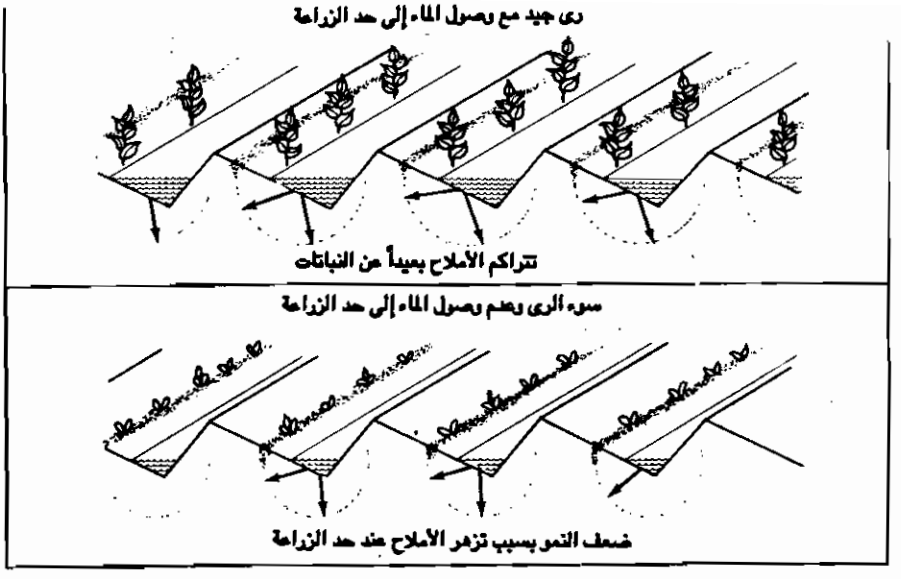
هذا .. وتجرى محاولات لتحسين إنبات البنور فى الأراضى الملحية بتعريضها لمعاملات خاصة قبل زراعتها ؛ ومن أمثله ذلك ما يلى :

أ – وجد Bano وآخرون (١٩٨٧) أن تقع بنور الطماطم فى محلول كلوريد الكولين Cho-line Chloride (وهو منظم النمو Chlornequat) بتركيز ٢ ملى مول أدى إلى تحسين إنباتها بعد ذلك فى أطباق بترى تحتوى على بيئة زراعة Hoagland & Arnon مضافاً إليها كلوريد الصوديوم بتركيزات وصلت إلى ٥٠,٠ ملى مكافىء / لتر .

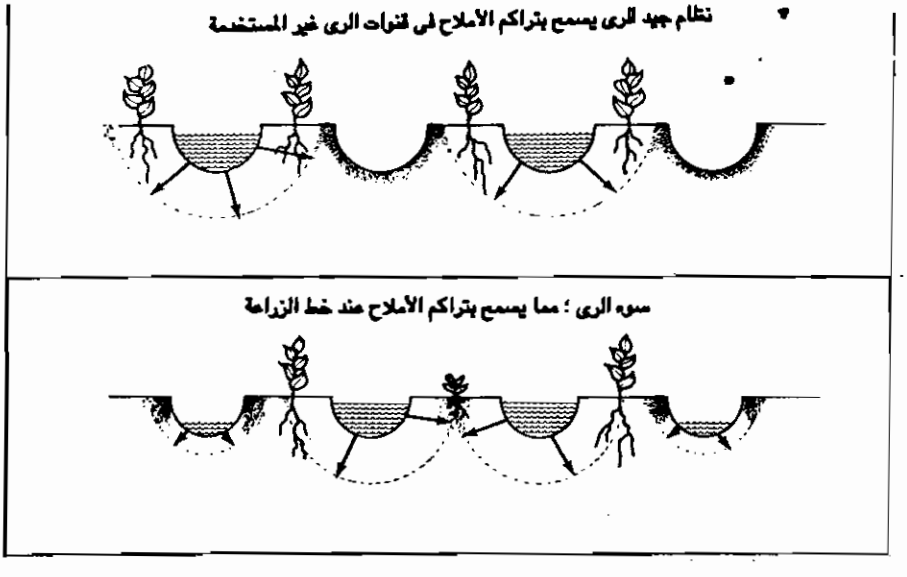
ب – وجد Wiebe & Muhyaddin (١٩٨٧) أن نقع بنور الطماطم لمدة ٨ أيام فى محلول مهوى من البوليثيلين جليكول ٤٠٠٠ (PEG 4000) بتركيزات ١٢ باراً على ١٦°م أدى إلى تحسين إنباتها عند زراعتها بعد ذلك فى تربة طمية رملية تحتوى على تركيزات تتراوح من صفر – ٨ جم من كلوريد الصوديوم ، وكبريتات المغنسيوم / كجم من التربة .

العناصر الغذائية

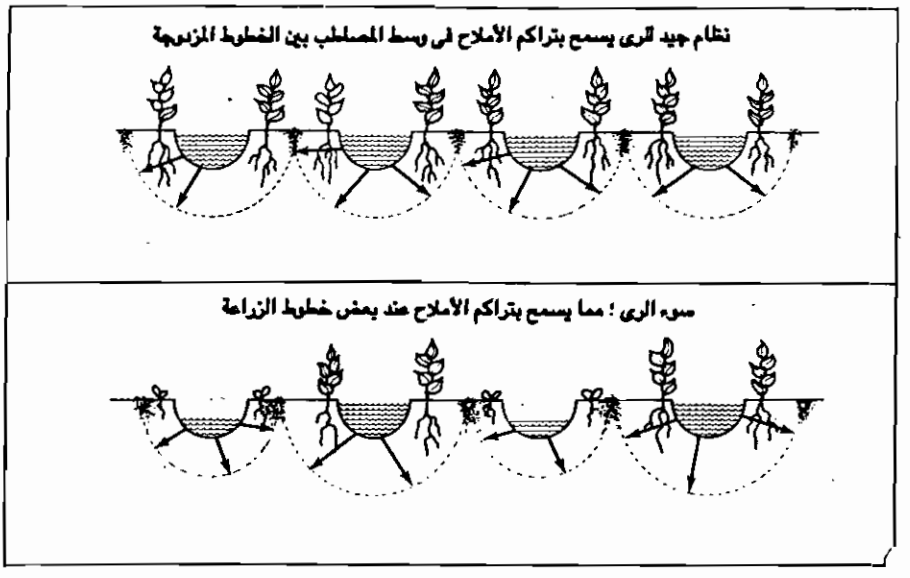
إلى جانب عناصر الكربون ، والأيدروجين ، والأكسجين التى يحصل عليها النبات من الماء وغاز ثانى أكسيد الكربون – والتى تشكل الهيكل الأساسى للمادة العضوية – فإن النبات يمتص من التربة أكثر من ٤٠ عنصراً آخر ، منها ١٢ عنصراً ضرورياً ، وهى العناصر التى يؤدى غيابها من بيئة نمو النبات إلى فشل النبات فى إكمال دورة حياته وعدم نموه بصورة طبيعية ، كما لا يمكن أن تقوم عناصر أخرى بعملها فى غيابها . أما العناصر غير الضرورية فقد تكون لها تأثيرات مفيدة بالرغم من نمو النباتات بصورة طبيعية فى غيابها .



شكل (٢ -٣) : تزهر الأملاح بعيداً عن حد الزراعة عندما تكون الزراعة على خطوط ويكون الري منتظماً .



شكل (٢-٤) : تزهر الأملاح بعيداً عن النباتات عندما تكون الزراعة في منتصف مصاطب عريضة ويكون الري منتظماً .



شكل (٢ –٥) : تزهر الأملاح بعيداً عن النباتات عندما تكون الزراعة فى خطوط مزدوجة على جانبى مصاطب عريضة ويكون الرى منتظماً .

وتقسم العناصر الضرورية – حسب الكميات التى يحتاج إليها النبات منها – إلى عناصر كبرى ، وعناصر دقيقة أو صغرى . ويبين جدول (٢ – ٤) محتوى الأراضى الحديثة الاستصلاح (الرملية والجيرية) فى مصر من العناصر الأولية ، وأربعة من العناصر الدقيقة ، مقارنة بمحتوى أراضى الوادى والدلتا من تلك العناصر ، ويتبين منه الانخفاض الشديد فى محتوى الأراضى الرملية والجيرية من مختلف العناصر .

العناصر الكبرى

تتضمن العناصر الكبرى Macroelements : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم (وهى التى تعرف بالعناصر الأولية Primary Elements ويحتاج إليها النبات بكميات أكبر من بقية العناصر التى يمتصها من التربة) ، والكالسيوم ، والمغنسيوم والكبريت (وهى التى يحتاج إليها النبات بكميات أقل نسبياً) .

جدول (٢ - ٤) : محتوى الأراضى الرملية والجيرية الحديثة الاستزراع - فى مصر - من العناصر الأولية ، وأربعة من العناصر الدقيقة ، مقارنة بمحتوى أراضى الوادى والدلتا (عن عبد الحميد ١٩٩١) .

العنصر	أراضى حديثة الاستزراع (صفر - ٦٠سم)		أراضى الوادى والدلتا (صفر - ٦٠سم)
	رملية	جيرية	
عناصر أولية (مجم/١٠٠جم) :			
النيتروجين	١٢ - ٤٥	١٨ - ٤٧	٧٥ - ١٧٠
الفوسفور	٠ر٤ - ١ر٢	٠ر٣ - ٠ر٥	١ر٢ - ٤
البوتاسيوم	٥ - ١٠	١٧ - ٢٢	٣٨ - ٦٨
عناصر دقيقة (جزء فى المليون) :			
حديد	٠ر٥ - ٤ر٥	١ر٥ - ٦	٩ر٥ - ٣٠
منجنيز	٢ - ٢ر٥	٥ - ١٢	١٠ - ٤٠
زنك	٠ر٥ - ٧ر٠	٠ر٨ - ١	١ر٢ - ٤ر٢
نحاس	٠ر٤ - ١ر٩	٠ر٨ - ٠ر٩	٢ر٧ - ٦ر٤

١ - النيتروجين

يدخل النيتروجين فى تركيب البروتين الذى يعد المركب الأساسى فى البروتوبلازم ، كما يدخل فى تركيب الإنزيمات ، وبعض مرافقات الإنزيمات ، وكلوروفيل ا ، ب ، والأحماض النووية ، وبعض الهرمونات .

تتميز أعراض نقص النيتروجين فى نوات الفلقة الواحدة باصفرار وسط نصل الورقة ، مع بقاء حوافها خضراء . أما فى نوات الفلقتين .. فإن الورقة تصبح متجانسة بلون أخضر مصفر . وفى كليهما .. تظهر الأعراض على الأوراق السفلى أولا ، وإن لم يصحح النقص فى العنصر يزداد اصفرار الأوراق ، مع تقدم ظهور الأعراض تدريجياً نحو الأوراق العليا. وفى حالات النقص الشديد تجف الأوراق السفلى وتسقط ، ويصبح النبات متخشباً وصغيراً فى الحجم .

أما عند زيادة النيتروجين عن المستوى المناسب .. فإن الأوراق تكتسب لوناً أخضر داكناً ، ويزداد محتواها من الكلوروفيل ، ويتبع ذلك زيادة فى معدل البناء الضوئى ، ولكن نتيجة لتوفر الآزوت ، فإن الغذاء المجهز يستعمل فى بناء أنسجة جديدة ؛ ومن ثم يكون النمو

سـريعاً فى الجنور والسيقان والأوراق ، ويقل تخزين الغذاء وتكوين الألياف التى تدعم النبات ، كذلك يقل الإزهار والإثمار . ومن ثم تكون السيقان رهيفة ، وجذرها رقيقة ، والمحصول قليلاً ، سواء أكان ذلك محصول ثمار ، أم بذور ، أم فى صورة أعضاء التخزين الخضرية .

ويصاحب زيادة النيتروجين تأخير النضج ، نتيجة تشجيعه للنمو الزائد ، ونقص صفات الجودة . كما قد تشجع زيادة النيتروجين عن المستوى المناسب على زيادة الإصابة ببعض الأمراض (Buckman & Brady ١٩٦٠) .

تمتص النباتات النيتروجين فى صورتيه : النتراتية (NO_3^-) والأمونيومية (NH_4^+) ، ولكن الامتصاص يحدث فى محاصيل الخضر غالباً فى الصورة النتراتية . فتحت الظروف المناسبة لنمو الخضروات يكون التحول سريعاً من الصورة الأمونيومية إلى الصورة النتراتية؛ وبالتالى يحدث معظم الامتصاص على الصورة الأخيرة .

يدمص النيتروجين الأمونيومى على سطح غرويات التربة ، ويقاوم الفقد بالترشيح ، ولكن مع مرور الوقت يتحول النيتروجين فى التربة من الصورة الأمونيومية إلى الصورة النتراتية بفعل الكائنات الحية الدقيقة ؛ وبالتالى يتعرض للفقد بالرشح مع ماء الرى . وتزداد سرعة هذا التحول مع ارتفاع درجة الحرارة ، وتوفر الرطوبة ، والتهوية المناسبة .

يثبت أزوت الهواء الجوى فى جنور البقوليات بأكثر من ١٨ نوعاً من البكتيريا التابعة للجنس رايزوبيم Rhizobium ، يتخصص كل نوع منها على واحد أو أكثر من النباتات البقولية ، فمثلاً يتخصص النوع R. leguminosarum على البسلة ، والنوع R. phaseoli على الفاصوليا (عن Tisdale & Nelson ١٩٧٥) . ولذا .. يجب تلقيح بذور البقوليات ببكتيريا العقد الجذرية المناسبة لها ، وخاصة إن لم يكن قد سبقت زراعة هذه المحاصيل فى الحقل من قبل .

٢ - الفوسفور

يدخل الفوسفور فى تركيب : جميع الأحماض النووية ، والإنزيمات اللازمة لتفاعلات الطاقة فى عمليتى التنفس والبناء الضوئى ، والمركبات الفوسفورية ذات الروابط الغنية

بالطاقة (الـ ADP ، والـ ATP) ، ومرافقات الإنزيمات NAD ، و NADP ، والفوسفوليبدات Phosopholipids التى تشكل – مع البروتين – جزءاً هاماً من الأغشية الخلوية .

يعمل الفوسفور على تقليل الأثر الضار لزيادة الآزوت ، فهو يبكر النضج ، كما يشجع نمو الجذور ، خاصة العرضية والليفية منها . ويتراكم جزء كبير من الفوسفور الذى يمتصه النبات فى البذور والثمار .

يؤدى نقص الفوسفور فى نوات الفلقة الواحدة إلى ظهور لون أحمر أو أرجوانى فى مناطق مختلفة من الورقة . أما نوات الفلقتين .. فتتلون فيها عروق الأوراق – خاصة على سطحها السفلى – بلون أحمر أو أرجوانى . ويبدأ ظهور الأعراض فى كليهما على الأوراق السفلى أولا ، ثم تتقدم الإصابة تدريجياً نحو الأوراق العليا ، نظراً لأن الفوسفور من العناصر المتحركة فى النبات .

تؤدى زيادة الفوسفور فى التربة إلى زيادة امتصاصه على حساب عنصرى الزنك والحديد ؛ الأمر الذى يؤدى إلى ظهور أعراض نقصهما على النباتات . ويحدث ذلك بصورة واضحة فى كل من الفاصوليا والذرة السكرية (Wittwer ١٩٦٩) . كما أن زيادة الفوسفور فى الأوقات التى تسودها درجات الحرارة المرتفعة قد تؤدى إلى نقص كمية المحصول ، ويعزى ذلك إلى أن ارتفاع درجة الحرارة وازدياد الفوسفور يسرعان من نضج النبات ، مما يؤدى إلى نقص فى النمو الخضرى الضرورى لإنتاج محصول وافر . وتلاحظ هذه الظاهرة أحياناً فى الأراضى الرملية .

يمتص الفوسفور على صورة أيونات الفوسفور PO_4^{---} ، و HPO_4^{--} ، و $H_2PO_4^-$ والصورة الأخيرة (dihydrogen phosphate) هى أكثر الصور امتصاصاً لأنها أكثرها ذوباناً .

ويتحول الفوسفور فى الأراضى القلوية إلى فوسفات الكالسيوم الثلاثية غير الذائبة، وبذا .. يصبح العنصر غير ميسر لاستعمال النبات . وكما لا يمكن للنبات امتصاص الفوسفور العضوى الذى قد يوجد فى التربة إلا بعد تحلله إلى الصورة غير العضوية . وعموماً .. فإن كمية الفوسفور المستخدمة فى التسميد تزيد كثيراً على حاجة النبات الفعلية

من هذا العنصر ؛ لأن جانبا كبيراً من الفوسفور المضاف يثبت قبل أن يستعمله النبات .

ومن العوامل التى تزيد من تيسر الفوسفور وتقلل تثبيته فى التربة ما يلى :

١ - تركيز إضافة الأسمدة الفوسفاتية قريباً من النبات فى شريط ضيق ، فتزداد بذلك نسبة الفوسفور السمادى الذى يظل غير مثبت ، ويبقى ميسراً للنبات .

٢ - استخدام الأسمدة الفوسفاتية المحببة granular بدلاً من المسحوقية ، نظراً لصغر المساحة التى يتلامس فيها السماد مع حبيبات التربة فى الحالة الأولى ؛ فتقل فرصة تثبيت الفوسفور .

٣ - خلط الفوسفور غير العضوى مع الأسمدة العضوية ؛ فتقل بذلك فرصة تثبيته ، إذ إن الأحماض العضوية الموجودة بالأسمدة العضوية تعمل على تحويل الفوسفات من صورتها الثلاثية إلى صورتيها الثنائية والأحادية ؛ وبذا .. يزيد التسميد العضوى من تيسر الفوسفور فى الأراضى القلوية .

٤ - يمكن بخفض pH التربة إلى قرب درجة التعادل تقليل تثبيت الفوسفور إلى الحد الأدنى . وتجدر ملاحظة أن الفوسفور المثبت يظل مخزوناً فى التربة ، وقد يصبح ميسراً فى ظروف أخرى .

٣ - البوتاسيوم

يعتبر البوتاسيوم هو الكاتيون السائد فى النبات ؛ إذ إنه يُمتص بكميات أكبر من أى عنصر آخر . وتمتص معظم النباتات كميات من البوتاسيوم أكثر من حاجتها الفعلية للنمو وإعطاء محصول جيد . ويسمى الامتصاص الزائد للبوتاسيوم بالاستهلاك الترفى Luxury Consumption . ويتواجد البوتاسيوم فى النبات كملح غير عضوى ، وكملح بوتاسيوم للأحماض العضوية .

ويبدو أن للبوتاسيوم علاقة بكل من عمليات : تمثيل الأحماض النووية ، والبروتين ، وانقسام الخلايا ، وتنظيم نفاذية الأغشية فى النبات . وهو يلعب دوراً هاماً فى انتقال السكريات والبروتينات فى النبات ؛ ويؤثر بالتالى فى اختزان المواد الكربوهيدراتية فى

أعضاء التخزين.

يؤدى نقص البوتاسيوم فى نوات الفلقة الواحدة إلى ظهور اصفرار فى قمة الأوراق ، ويمتد لأسفل نحو الحواف ، بينما يظل مركز الأوراق أخضر اللون . أما فى نوات الفلقتين . فتظهر أعراض نقص العنصر فى البداية على صورة اصفرار خفيف على حواف الأوراق ، يتبعه تقدم الاصفرار على امتداد العروق ، مع تغير لون الحواف إلى اللون البنى الداكن أو البرونزى ، وجفافها . وتعرف هذه الحالة باسم انسفاع أو احتراق Scorching . ويكون ظهور الأعراض دائما على الأوراق المسنة أولا ، ثم تتقدم الإصابة تدريجياً نحو الأوراق العليا ؛ نظراً لأن البوتاسيوم من العناصر المتحركة فى النبات .

ومن الأعراض الأخرى المميزة لنقص البوتاسيوم ما يلى :

ا – فى الخيار .. تصبح حواف الأوراق المسنة صفراء اللون ، ولكن تبقى العروق خضراء .

ب – تصبح الأوراق فى بعض النباتات خشنة الملمس ، ومجعدة Puckered ، وتلتف حوافها لأسفل ، وتصفر ، ثم تتحول فى النهاية إلى اللون البنى ، كما فى الطماطم والبطاطا .

جـ – نقص التغليظ الثانوى فى الجذور والدرنات ؛ مما يؤدى إلى تكوين أعضاء تخزين رفيعة .

د – ضعف القدرة على التخزين .

هـ – عدم انتظام التلوين (النضج المتبقع Blotchy Ripening) فى ثمار الطماطم .

و – انخفاض الكثافة النوعية فى درنات البطاطس .

ز – تعرض النباتات الطويلة للرقاد ؛ لأن البوتاسيوم ينظم سمك الجدر الخلوية ، ويؤثر فى متانة الأنسجة الوعائية (عن Humbert ١٩٦٩) .

يُمتص البوتاسيوم على صورة أيون العنصر K^+ ، وهو لا يثبت فى الأراضى القلوية .

تظهر أعراض نقص العنصر غالباً فى الأراضى الخفيفة الرملية . وتحتوى معظم الأراضى على كميات كبيرة من البوتاسيوم ، لكنه يوجد فى صورة غير قابلة للذوبان . وترتبط كمية البوتاسيوم الذائبة ارتباطاً قوياً بكمية الطين فى التربة ، حيث تحتوى الأراضى الغنية بالطين على كميات عالية من البوتاسيوم الذائب . ويرجع غنى بعض الأراضى بالبوتاسيوم إلى غنى المعدن الذى تكونت منه التربة بهذا العنصر ، وإلى عدم تسربه من التربة بالرشح فى المناطق شبه الجافة .

٤ - الكالسيوم

يلعب الكالسيوم دوراً كبيراً فى تكوين الجدر الخلوية ، وخاصة فى تكوين الصفيحة الوسطى Middle lamella ، حيث يتفاعل حامض البكتيك Pictic acid مع الكالسيوم ، مكوناً بكتات الكالسيوم غير القابلة للذوبان . وتعمل بكتات الكالسيوم - مع بكتات المغنسيوم - على لصق سلاسل السيليلوز ببعضها البعض أثناء عمل الجدر الخلوية . ولذلك .. فوجود الكالسيوم مهم فى الأنسجة السريعة النمو ، كميرستيم الساق ، والجذر ، والكامبيوم .

كذلك فإن للكالسيوم دوراً فى : تكوين الأغشية الخلوية (حيث يدخل ملح الكالسيوم للمادة الدهنية Lecithin فى تركيب الغشاء الخلوى) ، والانقسام الخلوى الميتوزى ، وتنشيط بعض الإنزيمات ، وامتصاص النيتروجين النتراتى .

وأعراض نقص الكالسيوم هى : ظهور لون أخضر مصفر على الأوراق الحديثة ، بينما تبقى الأوراق المسنة بلون أخضر عادى ، إلا أن حوافها تكون عادة أقل اخضراراً من مركز الورقة . ومع استمرار نقص العنصر تظهر بقع متحلله فى الأوراق الحديثة ، وتلتف أطرافها لأسفل ، وتكون حوافها - أحياناً - متموجة وغير منتظمة النمو ، كما يكون النبات متخشباً ، والنمو متقزماً ، والجذور قصيرة وسميكة ، لارتباط الكالسيوم بالانقسام الميتوزى فى النبات. ولنفس السبب تموت القمم النامية بالسيقان والأوراق والجذور ، ويتوقف النمو .

ويؤدى نقص الكالسيوم إلى ظهور عديد من العيوب الفسيولوجية فى محاصيل الخضر ، منها :

أ – تعفن الطرف الزهرى فى الطماطم ، والفلفل ، والبطيخ .
ب – احتراق حواف الأوراق فى الخس ، والشيكوريا .
جـ – احتراق حواف الأوراق الداخلية فى الكرنب ، والكرنب الصينى .
د – التلون البنى الداخلى فى كرنب بروكسل .
هـ – القلب الأسود فى الكرفس .

يمتص النبات الكالسيوم على صورة أيون العنصر Ca^{++} ، الذى يشكل عادة أكبر نسبة من الكاتيونات المتبادلة ، ولكنه يفقد بسهولة بالرشح . إلا أن الجزء الأكبر من الكالسيوم الموجود فى التربة يوجد فى صورة غير متبادلة ، فيوجد – مثلاً – فى صورة كالسيت Calcite (كربونات الكالسيوم) فى المناطق الجافة وشبه الجافة . ويكثر فوسفات الكالسيوم الثلاثى غير القابل للذوبان فى الأراضى القلوية .

٥ – المغنسيوم

يدخل المغنسيوم فى تركيب جزىء الكلوروفيل ا ، ب ، كما تشترك بكتات المغنسيوم مع بكتات الكالسيوم فى لصق ألياف السيليلوز عند بناء جدر الخلايا ، وهو يعمل كمنشط لعديد من الإنزيمات .

تظهر أعراض نقص المغنسيوم على الأوراق المسنة أولا ، ويكون ذلك على صورة تبرقش أصفر يعقبه اصفرار المساحات التى بين العروق ، بينما تكون العروق خضراء اللون ، مع ظهور بقع بنية على حواف وقمم الأوراق . ويبدأ اصفرار ما بين العروق من حواف الورقة ، ثم يتجه نحو مركزها . ويحدث التغير فى لون تلك المساحات تدريجياً من الأخضر الداكن إلى الأخضر المصفر ، فالأصفر . ومع ازدياد النقص تتحول تلك الأجزاء الصفراء إلى اللون البنى ، ثم تموت هذه الأنسجة .

وأكثر الخضروات حساسية لنقص المغنسيوم فى التربة هى : الكرنب ، والبطيخ ، والقاوون (والشمام) ، والخيار ، والقرع العسلى ، والطماطم ، والبطاطس ، والفلفل ، والباذنجان ، والذرة السكرية .

ويمتص النبات المغنسيوم على صورة أيون العنصر Mg^{++} . وتعد الأراضى الرملية

فقيرة فى محتواها من هذا العنصر . ويؤدى التسميد البوتاسى الغزير إلى نقص امتصاص النبات للمغنسيوم .

٦ - الكبريت

يدخل الكبريت فى تركيب ثلاثة أحماض أمينية أساسية هى : السيستين Cysteine ، والسيستاين Cystine ، والميثايونين Methionine ، كما يدخل فى تركيب الثيامين Thiamine (فيتامين ب١) ، وهو مرافق إنزيمى ضرورى فى عملية التنفس . ويدخل الكبريت كذلك فى تركيب الفيتامين بيوتين Biotin ، والمرافق الإنزيمى Coenzyne A .

ويعد الكبريت عنصراً أساسياً فى تركيب بعض المواد الطيارة التى تعطى الطعم والنكهة المميزين لبعض الخضروات ، مثل : البصل ، والثوم ، والصليبيات .

نادراً ما تظهر أعراض نقص الكبريت لتوفره فى عديد من الأسمدة والمركبات التى تضاف لتحسين خواص التربة . وإذا حدث نقص فى العنصر فإن الأعراض تظهر على صورة اصفرار يبدأ فى الأوراق الحديثة ، ويكون فى العروة أكثر وضوحاً ، منه بين العروق.

يمتص النبات العنصر على صورة أيون الكبريتات SO_4^{--} . ولا تستفيد النباتات من الكبريت العضوى الموجود فى التربة إلا بعد تحلل المادة العضوية وتكوين مركب H_2S (hydrogen sulfide) الذى يتأكسد معطياً حامض الكبريتيك ، الذى يتفاعل بدوره مع معادن التربة فى المحلول الأرضى ، مكوناً أملاح الكبريتات .

كذلك يتوفر الكبريت فى الهواء نتيجة لاحتراق الفحم، وفى الأبخرة المتصاعدة من عديد من المصانع ، ويصل إلى الأرض بعد ذوبانه فى ماء المطر ، ثم يتأكسد إلى SO_4 ، ثم إلى SO_3 ، الذى يتفاعل مع الماء معطياً حامض الكبريتيك ، الذى يتفاعل بدوره مع معادن التربة ، مكوناً أملاح الكبريتات .

أما الأسمدة المحتوية على الكبريت ، فهى عديدة ، ومنها : كبريتات الأمونيوم ، وكبريتات البوتاسيوم ، والسوبرفوسفات . كذلك يوجد الكبريت فى كل من : زهر الكبريت – الذى يستعمل فى خفض pH التربة ، والجبس الزراعى المستعمل فى إصلاح وزيادة نفاذية الأراضى الملحية القلوية .

العناصر الدقيقة

إن العناصر الدقيقة هى العناصر التى يمتصها النبات بكميات قليلة جدا ، لذا .. فإنها تسمى بالعناصر الصغرى ، ولكنها لا تقل أهمية عن العناصر الكبرى ، إذ إن النبات لايمكنه أكمال دورة حياته فى غيابها ، وهى تشمل عناصر : الحديد ، والنحاس ، والزنك ، والمنجنيز ، والبورون ، والموليبدنم .

١ - الحديد

يدخل الحديد فى تركيب عديد من الإنزيمات اللازمة فى عملية التنفس ، وتلك المسئولة عن تمثيل جزىء الكلوروفيل ، كما يدخل فى تركيب صبغة الهيم heme ، وهى الصبغة الضرورية فى المراحل الأخيرة من التنفس .

يتميز نقص العنصر بظهور لون أصفر بين العروق فى أوراق النموات الحديثة ، التى يندر أن يعمها اللون الأصفر ، فيما عدا فى الأوراق الحديثة جداً فى حالات النقص الشديدة . ومع استمرار نقص العنصر يتحول لون الأنسجة بين العروق إلى اللون العاجى ، بينما تبقى العروق خضراء اللون .

يمتص النبات العنصر على صورة أيون الحديديك Fe^{+++} غالباً ، ولكن الصورة النشطة بيولوجيا فى النبات هى صورة أيون الحديدوز Fe^{++} . ولذا .. فإنه يتحول أولا إلى حديدوز قبل أن يستفيد منه النبات .

يثبت الحديد فى الأراضى القلوية ؛ وبذا .. يصبح غير ميسر لامتصاص النبات . ويزداد تثبيت العنصر فى الأراضى الجيرية ، لتكون كربونات الحديد ، وعند التسميد بكميات كبيرة من الفوسفات الذائبة ، لتكون فوسفات الحديد . وتزداد الظاهرة الأخيرة فى الأراضى الرملية عنها فى الأراضى الطينية ، لأن الأراضى الرملية أقل قدرة على تثبيت الفوسفات من الأراضى الطينية .

ويعد الحديد من العناصر التى تتوفر فى التربة بكميات كبيرة ، إلا أن ذلك يكون فى الصور غير القابلة للذوبان ، بينما تكون نسبة الذائب ، أو المتبادل منه منخفضة للغاية .

٢ - النحاس

يدخل النحاس فى تركيب عديد من الإنزيمات التى تلعب دوراً هاماً فى تفاعلات الأكسدة والاختزال فى النبات ، ويعد هذا العنصر ضروريا لتمثيل جزىء الكلوروفيل .

يصاحب نقص النحاس ظهور لون أصفر شاحب وباهت بالأوراق ، يعقبه فقدان اللون الأخضر كلية فى قمة الأوراق . وتظهر الأعراض على صورة احتراق (انسفاع) Scalding فى الجو الحار . ويكون نمو النباتات التى تعانى نقص العنصر بطيئاً ، وتكون أوراقها مرتخية . ويصاحب نقص العنصر فى البصل بهتان لون حراشيف الأبصال ، وسهولة انفصالها .

وأكثر الخضر حساسية لنقص النحاس هى : البنجر ، والسبانخ ، والخس ، والبصل .

يمتص النبات النحاس على صورته الأيونية Ca^{++} ، التى تدمص بشدة على سطح غرويات التربة . وبرغم توفر العنصر بكميات كبيرة مثبتاً فى صخور التربة ، إلا أنه لا يوجد منه سوى القليل جداً ذائباً فى المحلول الأرضى . ويقدر تركيزه فى المحلول الأرضى - عند توفر العنصر بكميات مناسبة - بنحو ٠,١ جزءاً فى المليون . وهو يثبت بكثرة فى الأراضى القلوية .

٣ - الزنك

يعد الزنك عنصراً ضرورياً لتكوين التربتوفان Tryptophane ، وهو الحامض الأمينى الذى يتكون منه إندول حامض الخليك IAA . ويعد العنصر ضروريا لكل من عمليات : تمثيل البروتين ، والتنفس ، وتكوين جزىء الكلوروفيل .

تظهر أعراض نقص الزنك على الأوراق الحديثة أولا على صورة لون مصفر بين العروق ، بينما تظل العروق خضراء اللون . وتكون أوراق النباتات التى تعانى نقص العنصر صغيرة ، وضيقة ، ومبرقشة ، ومشوهة ، وغير منتظمة الشكل ، وملتوية ، ومتزاحمة على أفرع قصيرة ، فتأخذ شكلاً متوردا rosette . كذلك تصبح السلاميات قصيرة ، ويبدو النبات متقزماً فى حالات النقص الشديدة ، ولذلك علاقة بتمثيل الأوكسين IAA .

ومن الأعراض الأخرى المميزة لنقص الزنك : موت أفرع النباتات المعمرة من القمة نحو القاعدة dieback ، ونقص محصول البذور في البقوليات ، وظهور لون بني محمر على الأوراق الفلقية للفاصوليا ، وظهور لون أصفر بين العروق مع احتراق حواف الأوراق في البنجر ، وظهور خطوط خضراء وصفراء عريضة عند قواعد الأوراق ، مع تأخير ظهور الحريرة ، وعدم امتلاء الكيزان جيداً في الذرة السكرية .

وأكثر الخضروات حساسية لنقص الزنك : الذرة السكرية ، والفاصوليا .

تمتص النباتات الزنك على صورة أيون العنصر Zn^{++} . ويبلغ تركيزه المناسب في المحلول الأرضي خمسة أجزاء في المليون ، ولكنه يثبت بشدة في الأراضي التي يزيد فيها الـ pH عن ٨ر٠ .

٤ - المنجنيز

يعد المنجنيز ضرورياً لتمثيل جزيء الكلوروفيل ، وهو يعمل كمنشط ، أو يدخل في تركيب عديد من الإنزيمات الهامة التي تشترك في تفاعلات الأكسدة والاختزال ، وتمثيل البروتين. ويمكن أن تقوم الكاتيونات الثنائية الشحنة الأخرى - مثل : Mg^{++} ، و Zn^{++} ، وFe^{++} - بعمله بالنسبة للإنزيمات التي تدخل في تفاعلات الأكسدة والاختزال ، كما يمكن أن يحل أيون الكوبالت Co^{++} جزئيا محلة في تركيب إنزيمين لازمين لدورة كربس ، وهما : malic dehydrogenase ، و oxalsuccinc dehydrogenase .

تظهر أعراض نقص المنجنيز على الأوراق الحديثة أولا على صورة اصفرار في المساحات بين العروق - بينما تبقى العروق خضراء - مع ظهور بقع صغيرة ميتة متحللة على امتداد وسط الورقة .

ومن الأعراض الخاصة لنقص العنصر : ظهور بقع متحللة بنية اللون في الأوراق الفلقية لكل من البسلة والفاصوليا ، وظهور خطوط صفراء اللون بأوراق البصل والذرة السكرية .

وأكثر الخضروات حساسية لنقص العنصر هي : الفاصوليا ، والبسلة ، والطماطم ، والبطاطس ، والبنجر ، والسبانخ ، والبصل ، والخس ، والفجل .

يمتص المنجنيز على صورة أيون العنصر فى صورته الثنائية Mn^{++} ، وهو يثبت بشدة فى الأراضى القلوية . يوجد معظم المنجنيز فى التربة مثبتاً فى الصورتين الثلاثية والرباعية لأكسيد المنجنيز . أما الصورة الثنائية فإن تركيزها فى المحلول الأرضى منخفض للغاية ؛ لذا .. فإن الصورة المتبادلة تعد مهمه جداً لتغذية النبات .

٥ - البورون

يلعب البورون دوراً هاماً فى انقسام الخلايا ، لذا .. ترتبط أعراض نقصه بالأنسجة النشطة فى الانقسام . وهو عنصر غير متحرك ؛ مما يعنى ظهور أعراض نقصه على الأوراق الحديثة أولا .

ومن الأعراض العامة لنقص العنصر ما يلى :

أ - انهيار خلايا الأنسجة الميرستيمية التى تحدث فيها انقسامات نشطة ، وهى القمم النامية ومناطق الكامبيوم .

ب - يترتب على (أ) تأثر الحزم الوعائية فى الجذور والسيقان ، وتعطل انتقال الماء فيها ؛ فيحدث الذبول الذى يكون غالباً بداية لظهور أعراض نقص العنصر .

جـ - ينخفض أيضاً المحتوى الكربوهيدراتى للجذور والسيقان ؛ بسبب تعطل انتقال المواد الكربوهيدراتية إليها .

د - موت القمم النامية للجذور والسيقان .

هـ - التفاف حواف الأوراق الصغيرة التى تكون أنسجتها نشطة فى الانقسام ، وقد يظهر عليها لون أصفر باهت غير منتظم التوزيع .

ومن الأعراض الخاصة لنقص عنصر البورون ما يلى :

أ - ظهور بقع فلينية سوداء ، أو بنية اللون قريباً من حلقات النمو فى البنجر .

ب - تلون أقراص القنبيط والبراعم الزهرية للبروكولى باللون البنى .

جـ - تظهر على سيقان القنبيط ، والكرنب ، والبروكولى مناطق مائية تتطور فيما بعد إلى شقوق أفقية .

د – تظهر على أعناق أوراق الكرفس من جهة الخارج خطوط بنية متحللة ، بينما تتحلل خلايا البشرة من الداخل .

هـ – تظهر على أعناق أوراق السلق خطوط قاتمة اللون من جهة الخارج ، بينما تظهر تشققات عليها من الداخل .

وقد سبق تقسيم الخضروات حسب حاجتها إلى عنصر البورون ، أو حساسيتها لزيادة تركيزه فى ماء الرى .

يمتص النبات البورون على أى من الصور التالية : $B_4O_7^{--}$ ، و $H_2BO_3^-$ ، و HBO_3^{--} ، و BO_3^{---} ، وهو من العناصر التى تثبت فى الأراضى القلوية ، خاصة عندما يتراوح pH التربة من ٧ر٥ – ٨ر٥ ، وتكثر ظهور أعراض نقصه فى الأراضى الرملية ، حيث ينخفض تركيزه فى المحلول الأرضى بشدة . وأفضل تركيز للبورون فى محلول التربة هو ما يتراوح بين ١ر٠ – ٠ر١ جزء فى المليون . وتظهر غالبا أعراض التسمم بالعنصر إذا زاد تركيزه عن ذلك المستوى .

٦ – الموليبدنم

يدخل الموليبدنم فى تركيب أحد الإنزيمات التى تعمل على اختزال النترات فى النبات إلى أمونيا . وقد لوحظ أن نقص الموليبدنم يتبعه دائماً نقص فى تركيز حامض الأسكوربيك فى النبات ، وهو الذى يحمى الكلوروبلاستيدات من أى تغير فى تركيبها . ويبدو أن للموليبدنم دوراً فى ميتابوليزم الفوسفور فى النبات .

تتميز أعراض نقص الموليبدنم بظهور بقع مصفرة غير منتظمة الشكل والتوزيع على نصل الورقة . وإلى جانب ذلك .. يموت البرعم الطرفى ، وتتشوه الأوراق الحديثة ، ولا ينمو نصل الورقة بمعدله الطبيعى ، وربما لا ينمو كلية ، ويبقى العرق الوسطى فقط ، كما يكون النمو بطيئاً والنباتات متقزمة .

ومن الأعراض الأخرى لنقص الموليبدنم ما يلى :

أ – التفاف حواف الأوراق ، وتلونها باللون الأصفر أو البنى فى كل من : الطماطم ،

والخيار ، والفاصوليا ، والبروكولى .

ب - ظهور حالة طرف السوط Whiptail (ضيق الورقة ، مع تآكل حافة النصل) فى القنبيط ، مع تكون أقراص صغيرة مفككة .

وأكثر الخضراوات حساسية لنقص الموليبدنم هى : الخس ، والفاصوليا ، والقنبيط ، والبروكولى ، والطماطم ، والخيار ، والبصل ، والسبانخ .

يمتص النبات الموليبدنم فى الصورة الأيونية $HMoO_4^-$ ، أو MoO_4^{--} ، وهو لايثبت فى الأراضى القلوية بعكس العناصر الدقيقة الأخرى . ويتراوح تركيز الموليبدات الذائبة فى التربة من ٠,٣ - ٣,٩ أجزاء فى المليون . ويدمص أيون الموليبدنم بطريقة التبادل الأنيونى ، كما فى حالة أنيونات الكبريتات ، والفوسفات (عن Devlin ١٩٧٥ ، و Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

الفصل الثالث

تكاثر الخضر وإعداد التقاوى للزراعة

تتكاثر الخضر إما جنسياً Sexually ، وإما لا جنسياً Asexually بطريق التكاثر الخضرى . والتقاوى هى الجزء النباتى المستخدم فى الزراعة ، وهى البذور فى حالة التكاثر الجنسى ، والأجزاء الخضرية ، كالفسائل ، والكورمات ، والدرنات وغيرها فى حالة التكاثر الخضرى .

التكاثر الجنسى

شروط تقاوى البذور الجيدة

يمثل ثمن التقاوى نسبة ضئيلة من التكاليف الكلية لإنتاج الخضروات ، ومع ذلك .. فبدون استعمال تقاو جيدة فى الزراعة ، فإنه لن يمكن الحصول على محصول جيد مربح ، مهما كانت درجة الاهتمام بالعمليات الزراعية الأخرى .

وتتميز التقاوى الجيدة بأنها تكون :

١ – نقية وخالية من بذور الحشائش والمحاصيل الأخرى ، والأتربة ، والشوائب .

٢ – ذات نسبة إنبات مرتفعة (تقل نسبة الإنبات المسموح بها عادة بالنسبة لبذور : البصل ، والكرات ، والجزر ، والكرفس ، والبقدونس) .

٣ – خالية من مسببات الأمراض التى تحمل داخل البذور ، أو على سطحها .

٤ – مطابقة لصنفها ، أى تمثل الصنف حقيقة .

ويراعى اختيار البذور الكبيرة الحجم (من الصنف الواحد) للزراعة ، لأنها تكون أسرع إنباتاً ، وتعطى نباتات أقوى نمواً ، وأكبر حجماً وأسرع نضجاً ، وأكثر محصولاً .

المعاملات التى تجرى على تقاوى البذور قبل زراعتها

من أهم المعاملات التى تجرى على تقاوى بذور الخضر قبل زراعتها ما يلى :

١ - النقع فى الماء

تنقع أحياناً بذور بعض الخضر فى الماء قبل الزراعة ، ويفيد ذلك فى تحسين الإنبات فى الحالات التالية .

أ - فى المحاصيل التى يستغرق إنباتها وقتاً طويلاً ، كما فى الهليون .

ب - فى المحاصيل التى تطول فترات إنباتها فى الجو البارد ، كما فى الفلفل .

جـ - كعملية ضرورية لتحسين نسبة وسرعة الإنبات ، حتى فى الجو المناسب ، كما فى الكرفس .

د - لتحسين إنبات بذور الخضر الصيفية فى الأراضى الباردة ، كما فى القرعيات ، والبامية .

هـ - للتخلص من البذور التى فقدت حيويتها ، والتى تعطى جوراً غائبة عند زراعتها .

ويجب عند إجراء عملية النقع فى الماء مراعاة ما يلى :

أ - أن تكون مدة النقع من ١٢ - ٢٤ ساعة ، وإذا زادت المدة على ذلك - كما فى حالة الهليون - يلزم تغيير الماء يوميا لتجنب نقص الأكسجين .

ب - يجب أن يجرى النقع فى وعاء مسطح ، وأن تكون البذور فى طبقات رقيقة ليسهل عليها الحصول على الأكسجين اللازم للتنفس ، والتخلص من ثانى أكسيد الكربون ؛ لأن معدل التنفس يزداد عند نقع البذور .

جـ - يكون الماء الدافىء أكثر فاعلية من الماء البارد ؛ لأن فترة النقع تقصر مع ارتفاع درجة الحرارة حتى الحد المناسب لإنبات البذور .

د - يحسن فى حالة القرعيات أن تجرى المعاملة فى قماش مبلل تنثر عليه البذور ، ويلف

على شكل أسطوانة توضع فى مكان دافىء نسبياً إلى أن يبدأ الجذير فى الظهور ، وتسمى هذه العملية بالتلسين ، وهى تستغرق عادة ٢٤ ساعة فى الجو المعتدل .

هـ - يجب فى الأراضى الرملية رى الحقل قبل زراعة البذور المستنبتة وبعدها ، مع استمرار الرى بصورة عادية بعد ذلك . أما فى الأراضى الثقيلة .. فإن البذور المستنبته تزرع فى تربة مستحرثة (سبق ريها ثم تركت إلى أن تصل رطوبتها إلى نحو ٥٠٪ من رطوبتها عند السعة الحقلية) ثم يترك الحقل دون رى غالباً لحين تمام إنبات البذور .

٢ - معاملة بدء الإنبات Seed Priming

وجد أن نقع بذور محاصيل الخضر فى محاليل ذات ضغط إسموزى عالٍ ، أو ذات وزن جزيئى مرتفع مثل البوليثين جليكول Polyethylene glycol (يرمز إليه بالرمز PEG ، ويسوق تجارياً تحت أسماء مختلفة ، منها : كربواكس ٦٠٠٠ Carbowax 6000) يؤدى إلى تحسين نسبة وتجانس الإنبات .

ويجب أن يتراوح الضغط الإسموزى للمحلول من ١٠ - ١٥ باراً ، وأن تترك به البذور لمدة ١ - ٣ أسابيع بمتوسط أسبوعين للخضر المختلفة ، وتؤدى هذه المعاملة - وهى التى تعرف باسم Seed Priming ، أو Osmoconditioning - إلى أن تتشرب البذور بكمية من الماء تكفى لوصولها إلى بداية مرحلة الإنبات ، ولكنها لا تتمكن من امتصاص أية كميات إضافية من الماء لاستكمال الإنبات إلا بعد انتشالها من محلول الـ PEG ، حيث تنبت بسرعة كبيرة عند زراعتها بعد ذلك . ففى حالة الكرفس مثلا ينبت نحو ٥٠ ٪ من البذور الجيدة الحيوية خلال ٤٨ ساعة من انتهاء المعاملة بالـ PEG .

وفى حالة الرغبة فى تخزين البذور لفترة بعد معاملتها بمحلول الـ PEG ، فإنه يفضل فقط تجفيفها سطحياً ، ثم حفظها فى درجة حرارة منخفضة لحين زراعتها ، حيث تنبت سريعاً عند الزراعة . وقد أفادت هذه المعاملة فى تحسين الإنبات فى بذور البنجر ، والجزر ، والكرفس ، والبصل .

وفى دراسة عوملت فيها بذور الطماطم ، والجزر ، والبصل .. وجد Haigh (١٩٨٦) أن أفضل معاملة Seed Priming كانت بنقع البذور فى محلول لكل من نترات البوتاسيوم ،

وفوسفات البوتاسيوم لمدة ١٤ يوما على ١٥°م .

كذلك من المعروف أن بذور العائلة الخيمية تتميز بإنباتها البطيء غير المنتظم ، وهو ما أرجع إلى وجود مواد مانعة للإنبات فى أغلفة البذور ، فضلاً على عدم اكتمال نضج أجنة بعض البذور .

ونظراً للبطء الشديد الذى يصاحب إنبات بذور البقدونس .. فإن قواعد الجمعية الأمريكية الرسمية للبذور تحدد مواعيد تسجيل أعداد البذور النابتة فى اختبارات الإنبات ما بين اليومين الحادى عشر والثامن والعشرين من بداية الاختبار . وقد أمكن التغلب على هذه المشكلة فى مختلف الخيميات مثل الجزر ، والكرفس ، والجزر الأبيض ؛ وذلك بتعريض البذور لمعاملة الـ Seed Priming قبل زراعتها ، حيث أحدثت زيادة ملحوظة فى سرعة وتجانس الإنبات . وفى حالة البقدونس .. أوضحت دراسات Pill (١٩٨٦) تحسناً واضحاً فى الإنبات عقب معاملة الـ Osmoconditioning فى محاليل ملحية غير عضوية ، أو فى محلول من البولايثيلين جليكول .

وتعد أكبر عقبة تواجه إجراء عملية الـ Seed Priming على بذور الخضر أن لكل نوع محصولى ، ولكل صنف – بل إن لكل " لوط " Lot من البذور – احتياجات خاصة تتعلق بطبيعة المعاملة – التى تعطى أفضل النتائج – من حيث المركب أو خليط المركبات المفضلة ، وفترة النقع ، ودرجة الحرارة المناسبة أثناء المعاملة .

وقد لخّص Bradford (١٩٨٦) نتائج الدراسات السابقة فى هذا الشأن لعدد من محاصيل الخضر تشمل : البنجر ، والبروكولى ، وكرنب بروكسل ، والقاوون ، والجزر ، والكرفس ، والذرة السكرة ، والخس ، والكرات ، والبصل ، والبقدونس ، والجزر الأبيض ، والفلفل ، والسبانخ ، والطماطم ، والبطيخ .

٣ – المعاملة بالمبيدات

يكون الغرض من معاملة البذور بالمبيدات هو التخلص من جراثيم الأمراض التى قد تعلق بها من الخارج ، ومنع إصابة البذور والبادرات بمسببات الأمراض التى توجد فى التربة ، وتصيبها أثناء الإنبات ، وفى بداية مراحل نمو البادرات .

ومن أهم المبيدات الفطرية المستخدمة فى معاملة البذور الكابتان Captan ، والفيتافكس كابتان Vitafax - Captan ، والأرثوسيد ٧٥٪ Orthocide 75% ، والبنليت ، وجميعها تستخدم بمعدل حوالى ٢ – ٣ جم/كجم من البذور .

أما المبيدات البكتيرية المستعملة فأهمها هيبوكلوريت الصوديوم Sodium Hypochlorite (يستخدم لذلك التحضير التجارى كلوراكس Chlorax بتركيز ١٠٪) ، والاستربتومايسين (يستخدم لذلك مضادات الحيوية العادية بتركيز ٤٠٠ جزء فى المليون) .

التكاثر الخضرى

مزايا وعيوب التكاثر الخضرى

يفيد التكاثر الخضرى فى الحالات التالية :

١ – عندما لا تنتج النباتات بذوراً ، كما فى الثوم ، والقلقاس .

٢ – عندما يؤدى التكاثر بالبذور إلى إنتاج نباتات مخالفة فى صفاتها للصفات المميزة للصنف المزروع ، كما فى جميع الخضروات التى تنتج بذوراً ، ولكنها تكثر تجارياً بطريقة خضرية ، مثل البطاطا ، والبطاطس ، والخرشوف .

٣ – عند الرغبة فى مقاومة بعض الأمراض ، كما فى حالة استعمال أصول طماطم مقاومة لنيماتودا تعقد الجذور ، أو أصول خيار مقاومة للذبول الفيوزارى .

٤ – كما يفيد التكاثر الخضرى عموماً فى وصول النباتات إلى مرحلة متقدمة من النمو فى فترة أقصر بكثير مما فى حالة التكاثر البذرى ، ويظهر ذلك بوضوح فى حالة الشليك والبطاطس مثلاً .

ومن أهم عيوب التكاثر الخضرى ما يلى :

١ – سهولة انتقال الأمراض الفيروسية من خلال الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر .

٢ – زيادة تكلفة التقاوى مقارنة بالتكاثر الجنسى بالبذور .

طرق التكاثر الخضرى

تتكاثر بعض محاصيل الخضر تجارياً بواحدة أو أكثر من الطرق التالية :

١ - **بالخلفات أو الفسائل** : وهى النباتات الصغيرة التى تنمو من البراعم الجانبية على سيقان النباتات عند سطح التربة ، كما فى الشليك ، والخرشوف .

٢ - **بالدرنات** : وهى السيقان المتحورة إلى أعضاء تخزين ، كما فى البطاطس ، والطرطوفة (تتبع العائلة المركبة) .

٣ - **بالكورمات** : وهى كذلك سيقان متحورة إلى أعضاء تخزين ، وتظهر عليها عقد ، وسلاميات ، وأوراق حرشفية ، وبراعم عند العقد ، كما فى القلقاس .

٤ - **بالأبصال** : كما فى البصل والثوم . والأخير يتكاثر بالفصوص التى تكوّن البصلة .

٥ - **بالجذور** : كما فى البطاطا التى تتحور فيها بعض الجذور إلى أعضاء تخزين . وتستخدم الجذور الرفيعة نسبياً وغير الصالحة للاستهلاك فى إنتاج الشتلات .

٦ - **بالعقل الساقية** : كما فى البطاطا .

٧ - **بالعقل الجذرية** : كما فى فجل الحصان (يتبع العائلة الصليبية) .

٨ - **بالمدادات** : وهى السيقان الجارية التى تنمو على سطح التربة ، وتعطى عند العقدة الثانية نموات جذرية ، وأوراقاً ، وبراعم يمكن فصلها لتصبح شتلة تستخدم فى التكاثر ، كما فى الشليك .

٩ - **بتقسيم سيقان الأمهات طولياً** : بحيث يحتوى كل قسم على برعمين أو ثلاثة ، كما فى الخرشوف .

١٠ - **بالتطعيم** : ويتبع عند الرغبة فى استخدام أصول مقاومة لأمراض معينة ، خاصة فى الزراعات المحمية . وتتبع هذه الطريقة بصورة تجارية بغرض مكافحة نيماتودا تعقد الجذور فى الطماطم فى هولندا ، والذبول الفيوزارى للخيار فى اليابان .

١١ - **التكاثر بواسطة زراعة الأنسجة** : بغرض الإكثار السريع للنباتات المرغوبة ، ولإنتاج نباتات خالية من الفيروسات ، وهو الأمر الذى نتناوله بالتفصيل فيما تبقى من هذا الفصل .

التكاثر الخضرى بواسطة زراعة الأنسجة

يعد التكاثر بواسطة زراعة الأنسجة Tissue Culture إحدى طرق التكاثر الخضرى التى تتبع إما لإنتاج نباتات خالية من الفيروسات بإكثارها من القمة الخضرية الميرستيمية ، وإما لغرض الإكثار السريع الدقيق لأى نبات ، أو صنف ذى صفات مرغوبة ؛ فنحصل فى خلال فترة وجيزة على عدد ضخم من النباتات المثيلة له .

مزارع القمة الخضرية الميرستيمية

يستفاد من مزارع القمة الخضرية الميرستيمية Meristem Shoot Tip Culture فى إنتاج نباتات خالية من الإصابات الفيروسية ، ويعد ذلك أمراً بالغ الأهمية فى المحاصيل التى تتكاثر خضرياً ، والتى تنتقل فيها الفيروسات تلقائيا مع الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر .

وبرغم أن النباتات تكون مصابة جهازياً بالفيروسات .. إلا أن القمة النامية تكون غالباً خالية تماماً من الفيروسات ، أو لاتحتوى إلا على قليل جداً منها ، ويرجع ذلك إلى الأسباب الآتية :

١ - خلو القمة الميرستيمية من الأنسجة الوعائية التى يكون انتقال الفيروسات فيها سريعاً ، بينما يكون انتقالها خلال الروابط البروتوبلازمية أبطأ من سرعة نمو القمة النامية .

٢ - يكون النشاط الأيضى فى الخلايا الميرستيمية عالياً بدرجة يقل معها تكاثر الفيروس فيها .

٣ - تكون نظم المقاومة لتكاثر الفيروسات أعلى فى الأنسجة الميرستيمية مما فى أى نسيج آخر .

٤ - قد يثبط التركيز العالى للأكسين الطبيعى فى القمة النامية نشاط الفيروسات فيها .

ولهذه الأسباب مجتمعة .. فإن فصل القمة الميرستيمية وزراعتها فى بيئة صناعية يؤدى إلى إنتاج نباتات خالية من الإصابات الفيروسية . وقد استخدمت هذه التقنية تجارياً ، لإنتاج نباتات خالية من الإصابات الفيروسية من عديد من الأنواع النباتية ؛ مثل : الشليك ، والبطاطس ، والبطاطا ، والروبارب ، والكاسافا ، والكرسون المائى ، واليام ، وقصب السكر ، والتفاح ، والموز ، وعديد من نباتات الزينة التى تتكاثر خضرياً .

ويفضل استعمال مصطلح مزارع القمة الميرستيمية Meristem - Tip Culture فى حالة استعمال القمة الميرستيمية فى الزراعة ، وهى التى يكون عرضها – عادة – حوالى ١٠٠ ميكرون ، وطولها حوالى ٢٥٠ ميكروناً . وبرغم أن هذا الجزء ينتج – غالباً – نباتات خالية من الفيروس .. إلا أنه قد يصعب فصله ؛ لذا .. تستعمل – أحياناً – القمة النامية كلها ، وهى التى يكون عرضها – عادة – ١٠٠ ميكرون ، وطولها ٥٠٠ ميكرون . ويطلق على المزارع فى هذه الحالة ١سم Shoot - Tip Culture . وهى تنتج كذلك نباتات خالية من الفيرس فى أغلب الأحيان .

تفصل القمم النامية تحت المجهر . ويعد فصل القمة النامية سريعاً – دون إحداث أضرار بها – من أهم مقومات نجاح مزارع القمة الميرستيمية . هذا .. بالإضافة إلى أهمية بيئة الزراعة التى يجب أن تكون محفزة لتكوين الجذور والأوراق من القمم الميرستيمية المزروعة (عن Ohojwane & Razden ١٩٨٣) . ولمزيد من التفاصيل عن مزارع القمة الميرستيمية وتطبيقاتها .. يراجع Ingram & Helegson (١٩٨٣) .

مزارع الإكثار الدقيق

يستفاد من مزارع الإكثار الدقيق فى إنتاج سلالات خضرية تحتوى على عشرات الآلاف من النباتات الصغيرة خلال فترة وجيزة . ويفضل دائماً استخدام القمة الميرستيمية ؛ لكى تكون النباتات المنتجة خالية من الفيروسات . أما إن لم يكن ذلك ضرورياً .. فإنه يمكن استعمال أجزاء صغيرة من ساق النبات ، تحتوى كل منها على عقدة وبرعم جانبى (nodal segments) ؛ ذلك لأن البراعم الجانبية المفصولة بمفردها من الأشجار البالغة لا تنمو فى معظم الحالات ، بينما يساعد النسيج الأمى الموجود مع البرعم الإبطى فى هذه العقل (nodal cuttings) على نمو البرعم .

وتتحمل البراعم الجانبية عمليات التعقيم أفضل من البراعم الطرفية . ويمكن استعمال أى جزء نباتى آخر فى التكاثر الدقيق إذا أمكن دفعه لتكوين براعم عرضية ، سواء تكونت من خلال نسيج الكالس ، أم بدونه . وتستخدم لهذا الغرض أجزاء من الجذور ، والسيقان ، والأوراق . ويتوقف الاختبار على قدرة العضو النباتى على تكوين براعم عرضية .

يحدث التكاثر الدقيق فى المزارع بواحدة من ثلاث طرق ، هى :

١ - من خلال الكالس

إن القدرة الفائقة للخلايا النباتية على التكاثر فى المزارع وإنتاج نسيج كالس Callus Tissue .. تعطى فرصة كبيرة لإنتاج أعداد كبيرة من النباتات من هذه الخلايا لدى حدوث التميز النباتى بها . ويحدث التميز إما بتكوين الجذور والنموات الخضرية مباشرة ، وإما من خلال تكوين الأجنة الجنسية ، ويعد الإكثار من خلال نسيج الكالس أسرع طرق الإكثار الدقيق ، إلا أن هذه الطريقة غير مفضلة ؛ لما هو معروف عن الكالس من عدم ثباته الوراثى؛ حيث تظهر به حالات مختلفة من التضاعف الكروموسومى ، كما أن الكالس لم تتميز به نموات نباتية فى عديد من المحاصيل الهامة إلى الآن .

٢ - من خلال تكوين البراعم العرضية

على الرغم من أن النباتات التى تتميز من أنسجة الكالس تعد عرضية المنشأ .. إلا أنه يُعنى بالبراعم العرضية .. تلك التى تتكون من العضو النباتى مباشرة ، دون أن يفصل بينهما نسيج كالس . وتتكاثر أعداد كبيرة جداً فى النباتات الاقتصادية بهذه الطريقة .

٣ - من خلال تحفيز التفرع الجانبى

يتم تحفيز التفرع الجانبى فى المزارع بتوفير السيتوكينين بها بتركيز معين ، إما مع الأوكسين ، وإما بدونه . ويؤدى استمرار توفر السيتوكينين فى المزرعة إلى نمو البراعم الجانبية التى تتكون فى القمة الميرستيمية التى تنمو من البراعم المزروعة (أى من الـ nodal segments) ، ثم تنمو البراعم الجانبية التى تتكون فى القمم الميرستيمية الجديدة .. وهكذا يؤدى استمرار هذه العملية - عدة مرات - إلى تكوين كتلة من النموات الجديدة .

وبرغم توقف تكاثر المزرعة الواحدة بهذه الطريقة بعد فترة .. إلا أنه يمكن استمرار التكاثر – فى هذه المرحلة – بنقل أجزاء من المزرعة إلى مزارع أخرى جديدة ؛ وبذلك يمكن استمرار التكاثر إلى مالانهاية ، إلى درجة أنه يمكن – على سبيل المثال – إنتاج ١٥ – ٢٥ مليون نبات شليك من نبات واحد فى العام ، لأن كل نبات يكون قادراً على إنتاج ١٠ نباتات جديدة كل أسبوعين .

تعد عملية التجذير ضرورية فى الحالات التى لا تنمو فيها النباتات من الأجنة الجسمية ، بينما توجد الجذور – طبيعياً – فى حالة التميز من الجنين الجنسى الذى يحتوى – بطبيعته– على جذير . ولإحداث التجذير .. يلزم نقل النموات المتكونة إلى بيئة أخرى ، تختلف فى مكوناتها الهرمونية عن بيئة التكاثر . ويكون نقل النموات الخضرية – عادة – إلى هذه البيئات وهى بطول حوالى سنتيمتر واحد ، ثم تنقل النباتات بعد أن تتكون جذورها بحرص تام إلى أصص معقمة ، وتتعهد بالرعاية إلى أن تكبر ، حيث تنقل بعد ذلك إلى البيوت المحمية .

ويبين جدول (٣ –١) تركيب بيئات الإكثار الدقيق لنبات الشليك – كمثال – علماً بأن البيئات المناسبة تختلف كثيراً من محصول لآخر .

ولمزيد من التفاصيل عن أساسيات مزارع الإكثار الدقيق يراجع Hartmann & Kester (١٩٨٣) . وعند تطبيقات الإكثار الدقيق لمختلف المحاصيل .. يراجع Yang (١٩٧٧) بالنسبة للهليون ، و Bottino (١٩٨١) بالنسبة لمعظم محاصيل الخضر ، وGeorge (١٩٨٦) ، و Wooster & Dixon (١٩٨٧) بالنسبة للبطاطس .

جدول (٣ – ١) : بيئات الإكثار الدقيق للشليك .

المكونات	البيئات (مجم / لتر)		
	التهيئة	التكاثر	التجذير
مركبات غير عضوية			
KNO_3	250	250	250
$MgSO_4 . 7H_2O$	250	250	250
KH_2PO_4	250	250	250
$Ca(NO_3)_2 . 4H_2O$	1000	1000	1000
KI	0.83	0.83	0.83
H_3BO_3	6.2	6.2	6.2
$MnSO_4 . 4H_2O$	16.9	16.9	16.9
$ZnSO_4 . 7H_2O$	8.6	8.6	8.6
$Na_2MoO_4 . 2H_2O$	0.25	0.25	0.25
$CuSO_4 . 5H_2O$	0.025	0.025	0.025
$CoCl_2 . 6H_2O$	0.025	0.025	0.025
$FeSO_4 . 7H_2O$	27.8	27.8	27.8
$Na_2 . EDTA$	37.3	37.3	37.3
مركبات عضوية			
Inositol	100	100	100
Nicotinic acid	0.5	0.5	0.5
Pyridoxine HCI	0.5	0.5	0.5
Thiamine HCI	0.1	0.1	0.1
Glycine	2	2	2
منظمات نمو			
BAP	0.1	1	-
IBA	1	1	1
GA_3	0.1	0.1	-
جلوكوز	4 %	4 %	4 %
آجار	0.8 %	0.8 %	0.8 %

الفصل الرابع

أوعية نمو النباتات والبيئات المستخدمة فى الزراعة بها

برغم أنه يمكن إنتاج شتلات جيدة من الخضر فى مراقد حقلية فى الأراضى الصحراوية ، إلا أن فرصة نجاحها فى الشتل لا تكون عالية ؛ لأن جذورها تكون عارية (بدون صلية) ، فى حين أنها تشتل فى تربة رملية ؛ فتكون عرضة للجفاف السريع بعد الرى ، وبذا .. فربما لا يمكن لهذه الشتلات امتصاص كل احتياجاتها من الرطوبة الأرضية خلال الأيام القليلة الأولى بعد الشتل ؛ مما يؤدى إلى ذبولها وموتها .

ولأجل هذا .. كان الاتجاه نحو إنتاج شتلات الخضر فى أوعية خاصة تحتوى على مخاليط للزراعة تسمح بأن تكون لكل شتلة صلبة خاصة بها عند الشتل ، وبذا تحتفظ الشتلة بجذورها كاملة فى بيئة رطبة ، فلا تتعرض للذبول .

أوعية إنتاج شتلات الخضر

من أهم أنواع الأوعية المستخدمة فى إنتاج شتلات الخضر ما يلى :

الصناديق الخشبية والمعدنية والبلاستيكية

تستخدم الصناديق (الطاولات أو الصوانى) Flats فى إنتاج الشتلات ، وتتوفر منها صناديق خشبية ومعدنية وبلاستيكية . ويتراوح عرض الصندوق من ١٥ - ٦٠ سم ، وطوله من ٤٥ - ٩٠ سم ، وارتفاعه من ١٠ - ١٥ سم ، ولكن الشائع هو استعمال صناديق ذات أبعاد ٤٠ × ٦٠ ، أو ٣٥ × ٥٠ سم ، وبارتفاع ١٠ سم .

ويجب توحيد أبعاد الصناديق ، تسهيلا لإجراء العمليات الزراعية . وتتكون قاعدة الصناديق الخشبية من شرائح خشبية غير تامة الالتحام مع بعضها البعض ، فتترك بينها مسافة نحو ٣ مم لضمان الصرف الجيد . أما الصناديق المعدنية والبلاستيكية ، فإنها تكون مزودة بثقوب فى القاع . وتستعمل مع الصناديق لوحة للتسطير row marker ، وأخرى لعمل حفر صغيرة لغرس الشتلات عند تفريدها spotting board . تملأ الصناديق بمخاليط الزراعة ، ويعيبها أن الشتلات المنتجة فيها لا تكون بصلية .

الشتلات (سبيدلنج تريز)

إن الشتّلات Speedling Trays عبارة عن طاولات (صوان) خاصة تصنع من البلاستيك أو الاستيروفوم Styrophoam ، وتوجد فيها انخفاضات مخروطية بشكل حرف V لنمو الجذور ، حيث يمكن نزع الشتلة بجذورها كاملة . وتحتوى كل صينية على عدد من الثقوب يختلف حسب مساحة الصينية ، وحجم الثقوب ، والمسافات بينها . ومن أكثر الأنواع شيوعاً صوان تحتوى على ٨٤ ثقباً . وتتراوح المسافة بين الثقوب من ٣ - ٥ سم ، وبعمق نحو ٣ سم .

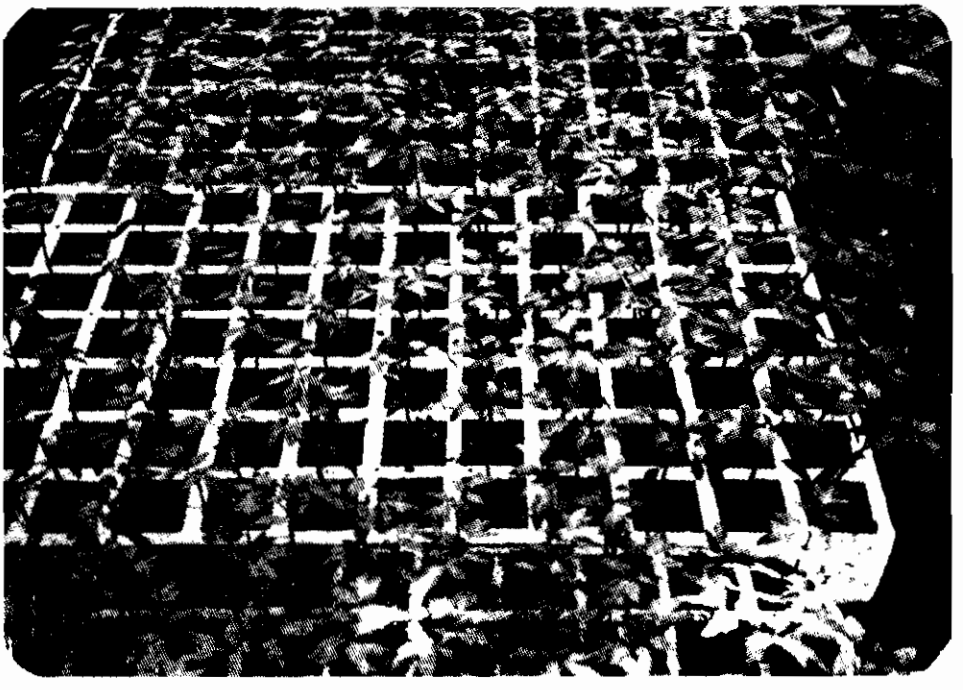
ويمكن إعادة استخدام الصوانى بعد تعقيمها كيميائياً . وتعتبر الشتالات هى أفضل الوسائل لإنتاج شتلات الخضر (شكلا ٤ - ١ ، و ٤ - ٢)

وتدل الدراسات التى أجريت على حجم عيون الزراعة فى الشتّالات على أن العيون الكبيرة (٥ر٣٩ سم^{3} لكل نبات) تعطى شتلات أكبر حجما ، وأعلى محصولاً مبكراً من العيون الصغيرة (٤ر٤ - ٧ر٣٠ سم^{3} لكل نبات) فى كل من الطماطم (Weston & Zandstra ١٩٨٦) ، والفلفل (Weston ١٩٨٨) .

كما كان الوزن الجاف لشتلات البطيخ المنتجة فى العيون الكبيرة (٣٩,٥ سم٣) ثلاثة أمثال وزن الشتلات المنتجة فى العيون الصغيرة (١٨,٨ سم٣) . وبالمقارنة .. أعطت الشتلات الأولى - المنتجة فى العيون الكبيرة - نمواً نباتياً أقوى ، ومحصولاً أعلى فى صنف البطيخ تشارلستون جراى (Hall ١٩٨٩) .

الأصص

نادراً ماتستعمل الأصص التى يعاد استخدامها (الفخارية والبلاستيكية) فى إنتاج

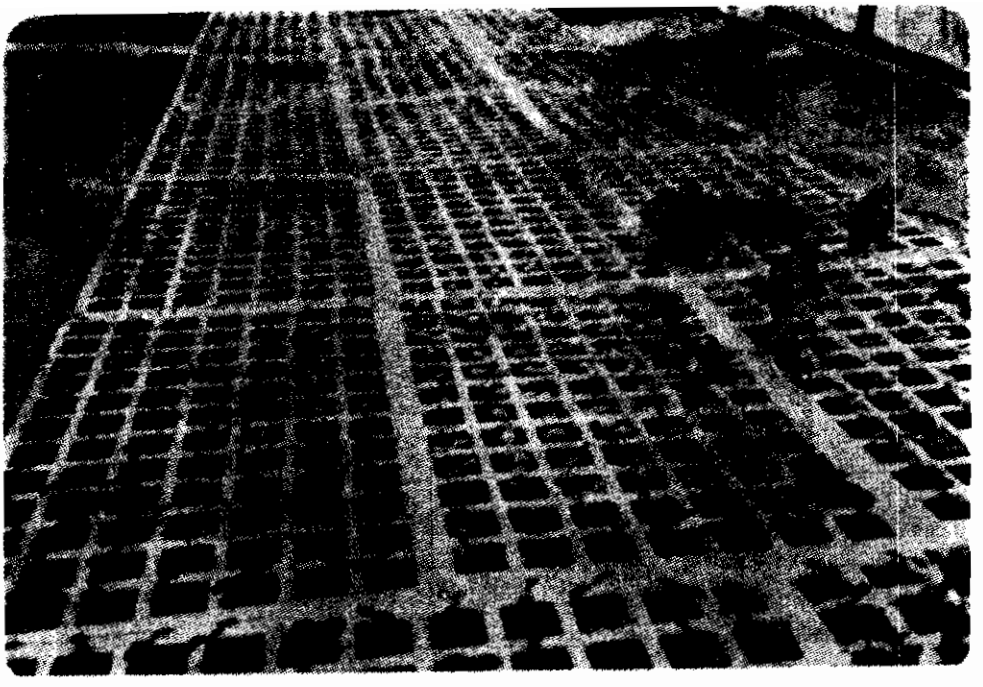


شكل (٤-١) : شتلات طماطم منتجة فى شتّالات (سبيدلنج تراىز Speedling Trays) بكل منها ٨٤ ثقباً .

شتلات الخضر ، أما الأصص الشائعة الاستعمال فهى التى لايعاد استعمالها ، ومنها مايلى:

١ - أصص البيت Peat Pots ، أو أصص جفى Jiffy Pots

تصنع هذه الأصص من البيت موس المضغوط ، وتوجد بأحجام مختلفة . تملأ هذه الأصص بيئات الزراعة ، وتربى فيها النباتات لحين وصولها إلى الحجم الصالح للشتل ، ثم يزرع النبات بالأصيص فى الحقل ، حيث تتحلل جدر الأصيص وتنفذ الجذور من خلاله إلى التربة . ولذلك أهمية كبيرة فى احتفاظ النباتات بجذورها كاملة . وتتوفر هذه الأصص إما مفردة (شكل ٤ - ٣) ، وإما فى مجموعات متصلة (شكل ٤ - ٤) يسهل فصلها من بعضها البعض عند الشتل .

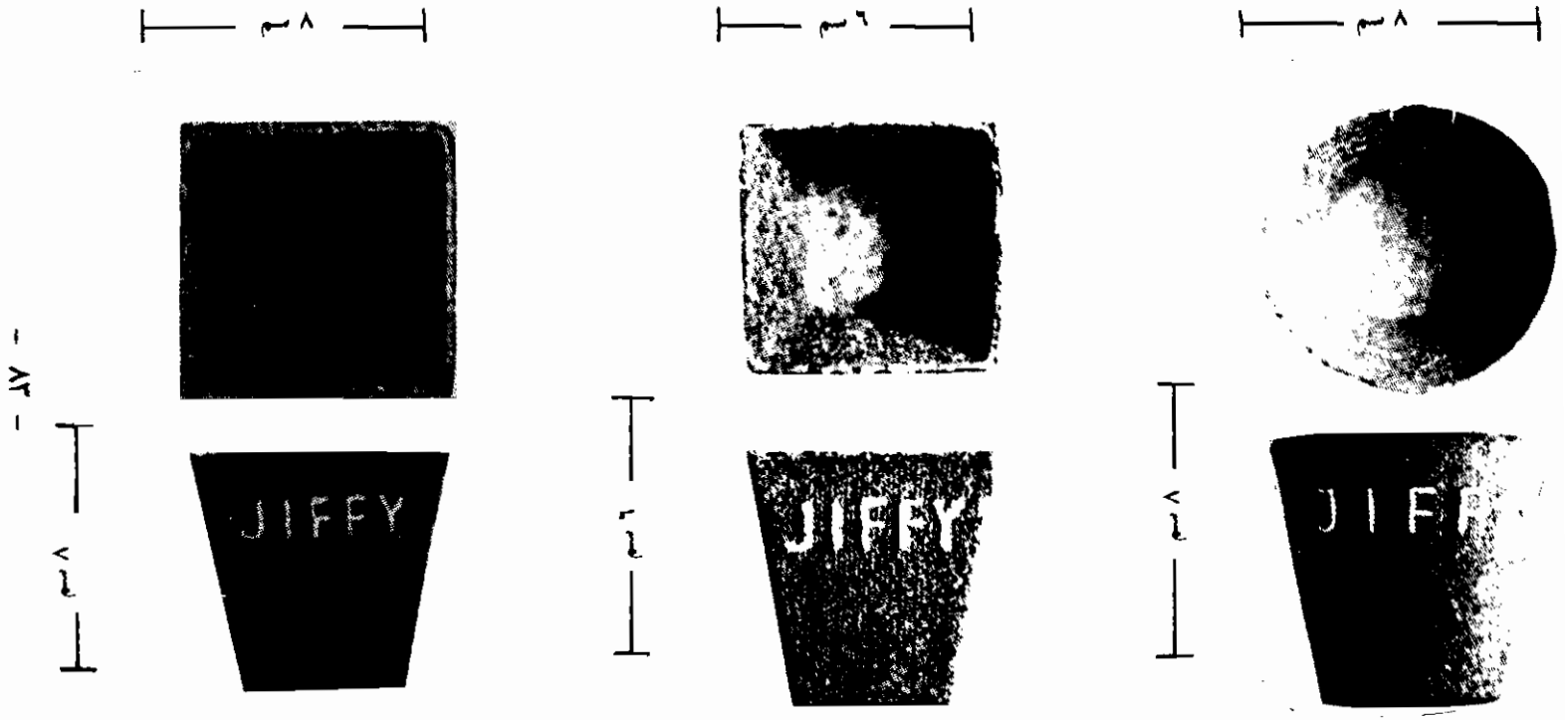


شكل (٤ – ٢) : شتلات فلفل منتجة فى شتالات من الاستيروفوم بكل منها ٨٤ ثقباً.

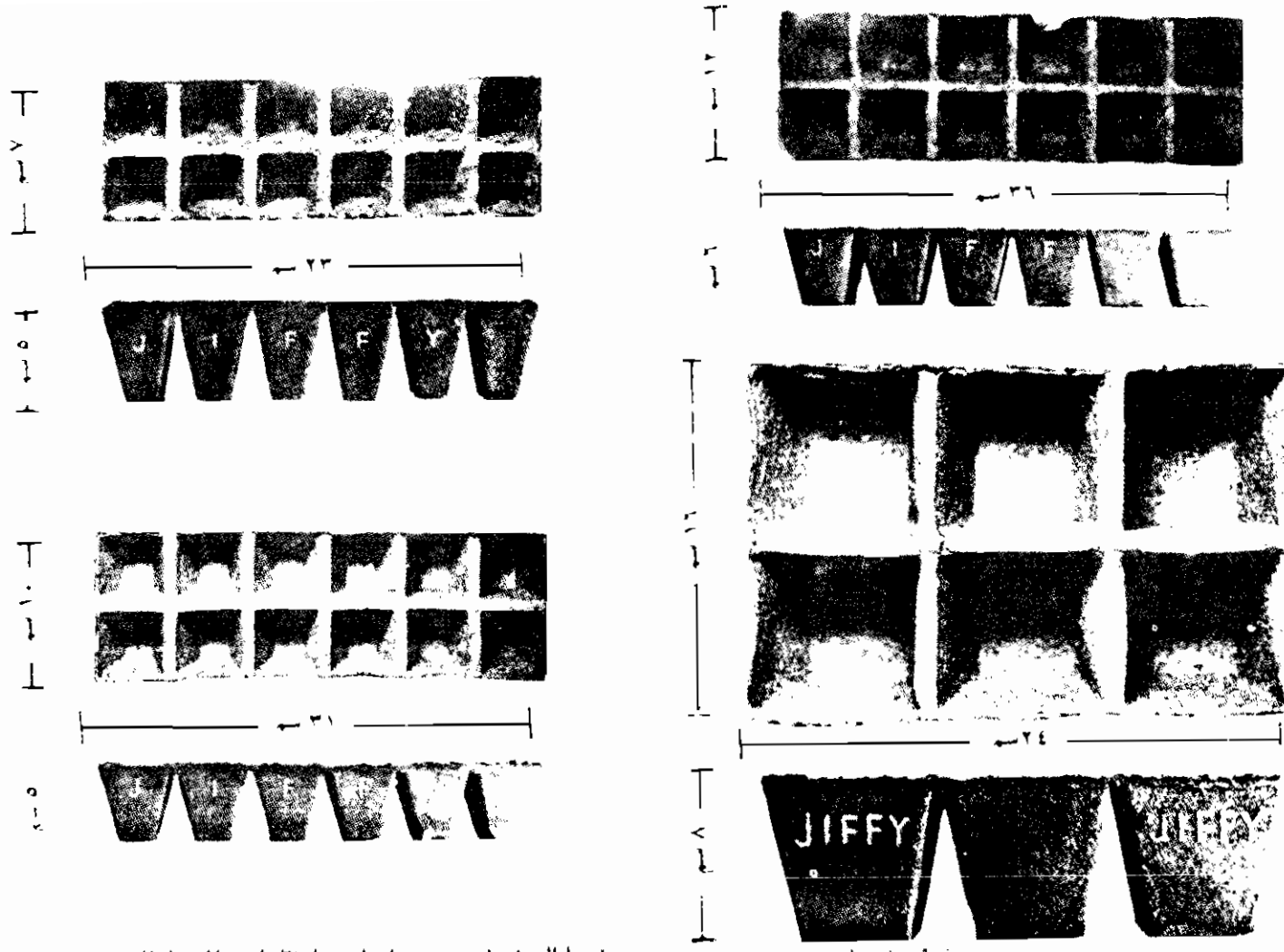
قد تتعرض النباتات النامية بأصص البيت لنقص النيتروجين بسبب تحلل جذر الأوعية بفعل الكائنات الدقيقة ، وحاجة تلك الكائنات إلى النيتروجين الذى تحصل عليه من البيئة التى تنمو فيها جذور النباتات . وتعالج هذه المشكلة بإضافة كبريتات الأمونيوم إلى ماء الرى بمعدل ٧,٥ جم / لتر ماء كل ٧ – ١٠ أيام .

٢ – الأصص الورقية

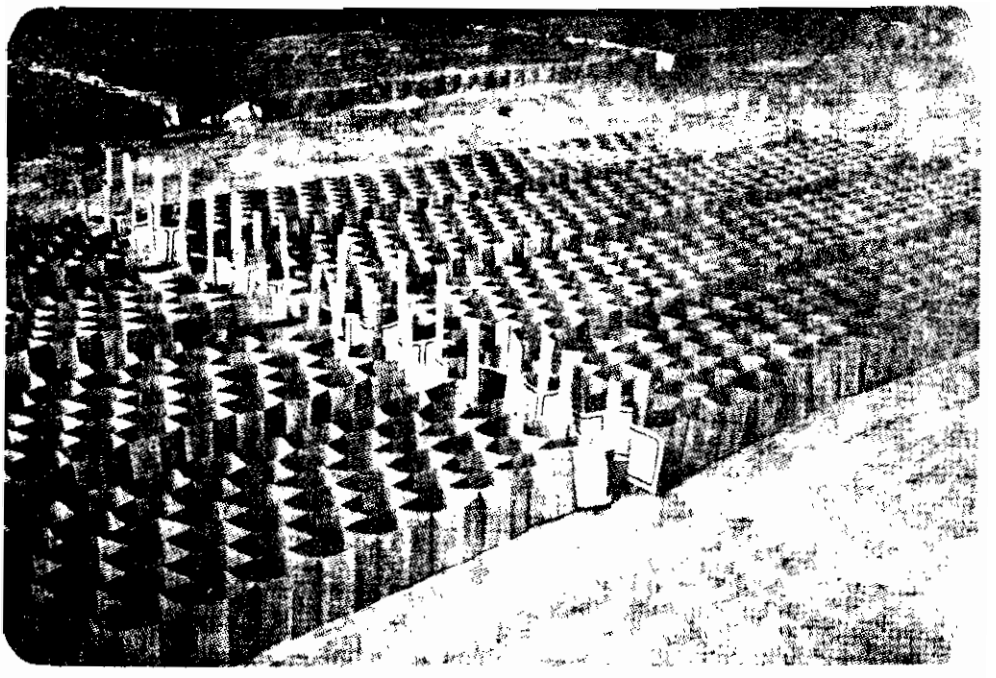
تصنع هذه الأصص من الورق ، وتتوفر إما فى صورة مكعبات ، وتسمى Paper blocks ، أو متصلة ببعضها على شكل عش النحل ، وهى التى تعرف باسم Paper pots . تعبأ الأوعية الورقية ، وتعرض للبيع ، وتنقل وهى مضغوطة . وعند الاستعمال تفرد على سطح أرض المشتل ، حيث تظهر أماكن زراعة النباتات على شكل مربعات ، أو على شكل عش النحل (شكل ٤ –٥) . وتكون هذه الأوعية مفتوحة من أعلى ومن أسفل ، وتباع بأحجام مختلفة حسب المحصول المراد زراعته فيها . وتضم كل وحدة عدداً من الأوعية يتراوح بين ٢٠ – ٢٥ حسب حجم الوعاء .



شكل (٤ – ٣) : أصص جفي Jiffy pots ، أو أصص بيت Peat pots منفردة



شكل رقم (٤) ... جمعت منصه ببعضها البعض فى مجموعات ليسهل نقلها من المشتل إلى الحقل الدائم . ويمكن فصل هذه الأصص عن بعضها البعض بسهولة عند الشتل .



شكل (٤ -٥) : الأصص الورقية من نوع عش النحل بعد فردها على سطح التربة ، استعداداً لزراعتها .

وبرغم أن هذه الأوعية تكون ملتصقة ببعضها البعض عند استخدامها فى الزراعة ، إلا أن عملية الرى تجعل من السهل فصلها عن بعضها البعض عند إعدادها للزراعة فى الحقل الدائم ، حيث يزرع النبات بوعائه . ويعنى ذلك أن كل وعاء له جدره الخاصة به ، بحيث يمكن فصله عن الأوعية المجاورة له عند الشتل ، وهذا هو النظام المتبع فى أوعية عش النحل، إلا أنه فى غالبية المكعبات الورقية لا يكون لكل وعاء جدره الخاصة به ؛ الأمر الذى يستلزم إخراج الشتلة بصلية الجذور من الوعاء عند الزراعة .

أقراص جيفى

تصنع أقراص جيفى Jiffy pellets من البيت موس المضغوط ، والقابل للتمدد بسهولة فى وجود الرطوبة . توضع مادة البيت موس داخل شبكة رقيقة مرنة ، ويضاف إليها الكلس والعناصر السمادية . تتمدد هذه الأقراص عند ترطيبها بالماء ، وتعود إلى حجمها الأصلى قبل الضغط وتتوفر بأحجام مختلفة ، مثل جيفى ٧ ، وجيفى ٩ . وأكثرها استعمالاً جيفى ٧.

يحوى القرص من العناصر الغذائية ما يكفى لد النبات النامى بحاجته لمدة ثلاثة أسابيع، وينصح بعد ذلك بإضافة سماد مناسب فى صورة ذائبة فى الماء .

يعطى استعمال أقراص جيفى نمواً مبكراً وسريعاً ، كما يسهل إجراء عملية الشتل . وللحصول على أحسن النتائج يراعى ما يلى :

١ - يجب وضع الأقراص فوق مكان نظيف ، ويفضل أن يكون شريحة بلاستيكية . والعادة هى أن ترص أقراص جيفى بجانب بعضها البعض عند الاستعمال ، ولكن يمكن وضعها متباعدة حسب حجم النباتات المتوقع عند النمو .

٢ - الرى المنتظم ضرورى ، ويجب ألا يسمح بجفاف الأقراص مطلقاً .

٣ - يوضع القرص كاملاً فى التربة عند الشتل ، ولا تزال الشبكة الخارجية ، حيث تخترقها الجذور بسهولة . وتروى الأقراص جيداً قبل نقلها إلى الحقل . ويجب التأكد من إحاطة التربة جيداً بالقرص من جميع الجوانب ، وتغطيتها له عقب الشتل .

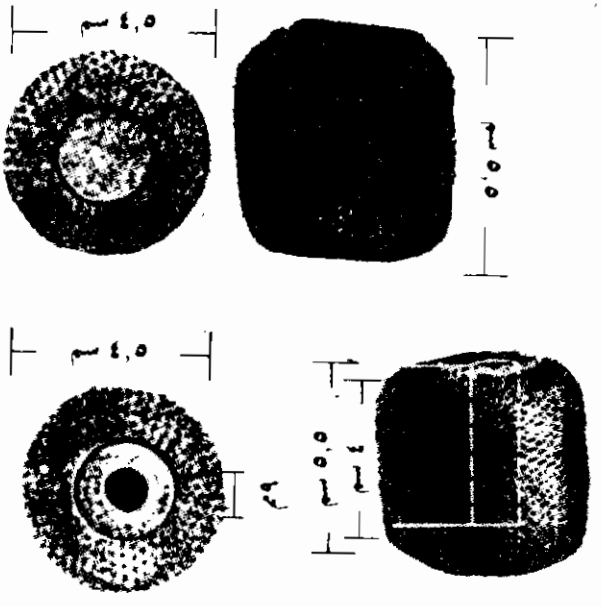
والأقراص جيفى ٩ نفس قطر جيفى ٧ ، إلا أنها تكون أطول عندما تتمدد بفعل الرطوبة. ويحوى بعضها انخفاضاً صغيراً فى وسط القرص ، يظهر كحفرة بعمق مناسب لزراعة البذرة بعد أن يتمدد القرص بفعل الرطوبة (شكل ٤ - ٦) .

بيئات إنتاج شتلات الخضر

يطلق على البيئات المستخدمة فى الزراعة Growing Media اسم بيئات نمو الجذور Root Media ، وهى مخاليط يدخل فى تركيبها مواد معينة ، مثل : الرمل ، والبيت موس، والفيرميكوليت ، والبرليت ، ونشارة الخشب ، وقلف الأشجار ، وغيرها حسب مدى توفر كل منها . ولم يعد مفضلاً استخدام التربة كمكون رئيسى لهذه البيئات ؛ لأن نقل التربة إلى الأصص وأوعية إنتاج الشتلات يفقدها أهم خصائصها ، ألا وهى التهوية الجيدة ، وتوفر الأكسجين اللازم لتنفس الجذور ؛ نظراً لأنها سريعا ما تفقد خاصية التحبب granulation، وتصبح مسامّها ممتلئة بالماء أغلب الوقت . كما لا يوصى باستعمال الأسمدة العضوية فى

عمل مخاليط الزراعة ؛ لأنه حجمها ينكمش بنحو ٣٣ ٪ تقريباً مع الاستعمال .

ويمكن إيجاز الشروط التى يجب توافرها فى مخلوط الزراعة الجيد فى أن يكون :



شكل (٤-٦) : أقراص جيفى ٧ قبل التمدد بالرطوبة (إلى اليسار) ، وبعد التمدد بالرطوبة (إلى اليمين) ، دون ثقب (العلوية) ، وبثقب (السفلية) بالقرص .

١ – تام التجانس ، ويسهل خلط مكوناته .
٢ – ثابتاً لا يتغير كيميائياً عند تعقيمه بالبخار أو بالمطهرات الكيميائية .
٣ – جيد التهوية .
٤ – ذا قدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة .
٥ – قادرا على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية فلا تفقد منه بالرشح .
٦ – متوسط الخصوبة ، وذا pH مناسب .
٧ – غير مكلف .
٨ – خفيف الوزن .
٩ – عديم الانكماش عند الاستعمال .

المواد المستخدمة فى تحضير بيئات الزراعة

يدخل عديد من المكونات فى تحضير المخاليط المختلفة من بيئات الزراعة ، وأهمها مايلى:

١ - التربة

إن أنسب الأراضى لعمل بيئات الزراعة هى الطمية الغنية بالدبال .

٢ - الرمل

يستخدم رمل البناء الخشن فى بيئات الزراعة لتحسين الصرف والتهوية ، ولزيادة كثافة المخاليط . يتعين غسيل الرمل جيدا قبل استعماله إلى أن تصل درجة توصيله الكهربائى إلى ١ر٠ - ٢ر٠ ملى موز .

٣ - قلف الأشجار

يعتبر قلف الأشجار Bark من أكثر المركبات العضوية مقاومة للتحلل (بعد تحلل جزئى سريع أولى) ؛ لذا .. فإنه يفضل استعماله لتحسين خواص بيئات الزراعة ، حيث يدوم تأثيره لفترة طويلة .

تبلغ نسبة الكربون إلى النيتروجين فى قلف الأشجار نحو ٣٠٠ : ١ ، ويكون نقص الآزوت مشكلة فى المراحل الأولى من النمو النباتى عند استخدام قلف الأشجار فى تحضير بيئات الزراعة ، نظراً لأن الكائنات الدقيقة التى تقوم بتحليله تستهلك كل ما يوجد فى البيئة من نيتروجين .

ويحتوى قلف بعض الأشجار على كميات وأنواع مختلفة من المركبات الفينولية التى تضر بالنباتات ، لكن هذه المركبات تتحطم أثناء تحلل القلف . وتلزم لإتمام ذلك فترة لا تقل عن شهر .

ومن المزايا الأخرى لتحلل القلف – ونشارة الخشب أيضاً- زيادة السعة التبادلية الكاتيونية كثيراً ، فتزداد من نحو ٨ ملى مكافىء إلى ٦٠ ملى مكافىء / ١٠٠ جم .

ويجرى التحلل الأولى بخلط القلف بالنيتروجين بمعدل ٧٥٠ر١ كجم نيتروجيناً لكل متر مكعب من اللحاء ، وتكويم المخلوط فى الحقل . وتستخدم نترات الأمونيوم كمصدر جيد للآزوت . ويتم التحلل الأولى السريع المطلوب فى مدة ٤ – ٦ أسابيع ، ويلزم قلب الكومة بعد فترة تتراوح من أسبوع إلى أسبوعين من بداية التحلل ؛ للمساعدة على تجانس التحلل . وتجدر الإشارة إلى أن الحرارة الناتجة من التحلل تكفى لبسترة القلف ، والتخلص من الكائنات المرضية الضارة .

٤ – نشارة الخشب

يجب أن تكون نشارة الخشب متحللة جزئياً ، نظراً لأن تحللها الأولى يكون سريعاً جداً ، ويتطلب كميات كبيرة من الآزوت ، لأن نسبة الكربون إلى النيتروجين فى نشارة الخشب تبلغ ١٠٠٠ : ١ ؛ فيجب أن تتم خطوة التحلل السريع الأولى قبل استخدام النشارة فى تحضير بيئة نمو النباتات ، كما أن التحلل الأولى يساعد على التخلص من المركبات السامة التى قد توجد بالنشارة ، مثل التانينات .

ونشارة الخشب المتحللة جزئياً لمدة شهر – المضاف إليها الآزوت – تكون حامضية ، ويلزم خلطها بالحجر الجيرى لمعادلتها .

٥ – البيت موس

توجد أنواع مختلفة من البيت ، أهمها البيت موس Peat moss الذى يتكون أساساً من السفاجنم موس Sphagnum moss . ويتكون السفاجنم موس التجارى من بقايا نباتات متحللة تنتمى إلى الـ Bryophyta ، وخاصة جنس Sphagnum ، مثل : S . papillosum ، و S . capilloceum ، و S . palustre . تنمو هذه النباتات بكثافة عالية ، وتمتص الرطوبة لتشكل ما يعرف بالـ raised bogs . وبعد أن تنمو هذه النباتات ،

تموت ، ولكنها لا تتحلل كيميائيا ، ويبقى تركيبها كما هو . ومعظم التغيرات التى تحدث بها تكون فيزيائية ، نتيجة تجمد النباتات وتفككها .

ومن أهم خصائص البيت موس ما يلى :

أ - يزن نحو ٦٠ - ٧٠ كجم / متر مكعب .

ب - تبلغ نسبة الفراغات فيه نحو ٩٥ ٪ من حجمه .

جـ - يحتوى على ١ - ٢ ٪ رماداً .

د - يمكنه أن يحتفظ برطوبة تبلغ ١٠ - ٢٠ ضعف وزنه .

هـ - تفاعله حامضى ، حيث يصل الـ pH إلى ٣,٨ .

و - تقدر سعته التبادلية الكاتيونية بنحو ١٥٠ ملللى مكافىء / ١٠٠ جم عند تعديل الـ pH إلى ٧ر٠ .

ز - ليس له أهمية تذكر فى تغذية النبات ، لأن محتواه من العناصر الغذائية ضعيف للغاية ؛ مما يستلزم تسميد النباتات التى تنمو فيه لأية فترة كانت .

٦ - الفيرميكيوليت

يُحصل على الفيرميكيوليت Vermiculite من مناطق رسوبية طبيعية deposits فى أماكن مختلفة من العالم ، ويكثر فى الولايات المتحدة وأفريقيا ، وهو كيميائيا عبارة عن : hydrated magnesium - aluminum silicate . وتتركب الخامة الأصلية من معدنين هما: الفيرميكيوليت Vermiculite ، والبيوتيت Biotite . يتركب المعدن الأول من قشور أو صفائح scales كثيرة جداً تربط بينها جزيئات الماء . أما فى الثانى فيتم الربط بعنصر البوتاسيوم . وعند تسخين الخامة الأصلية إلى نحو ١٠٩٤°م فإن الماء يتحول إلى بخار ؛ مما يزيد من حجم المادة الأصلية إلى ١٢ - ١٥ ضعف حجمها ؛ بسبب دفع البخار للصفائح المكونة للمعدن بعيدا عن بعضها البعض (عن Douglas ١٩٨٥) .

ومن أهم خصائص الفيرميكيوليت ما يلى :

أ – معقم .

ب – خفيف الوزن حيث يتراوح وزنه من ٧٥ – ١٥٠ كجم / م٣ .

جـ – يكون فى شكل رقائق تحتفظ بكميات كبيرة من الماء والعناصر الغذائية .

د – نو سعة تبادلية كاتيونية عالية تتراوح من ١٩ – ٢٢,٥ ملليمكافىء / ١٠٠ جم ، نظراً لكثرة الشحنات السالبة على أسطح الصفائح .

هـ – يحتوى على كميات كبيرة من المغنسيوم والبوتاسيوم تكفى لاحتياج النبات . أما محتواه من الكالسيوم ، فيكفى النبات فى بداية نموه فقط .

ويتوفر الفيرميكيوليت البستانى فى أربع درجات كما يلى :

الدرجة	حجم الحبيبات (مم)	ملاحظات
الأولى	٨ – ٥	للاستعمالات البستانية العامة
الثانية	٣ – ٢	
الثالثة	٢ – ١	
الرابعة	١,٠ – ٠,٧٥	بيئة مناسبة كثيراً لإنبات البذور

٧ – البرليت

إن البرليت Perlite عبارة عن حجر بركانى أساسه السيليكا ، يتم طحنه ، ثم يسخن إلى درجة ٧٦٠°م ، حيث تتحول الكميات الصغيرة من الماء التى توجد فيه إلى بخار ؛ ويكوِّن عديداً من الخلايا الهوائية المغلقة داخل الحبيبات التى تصبح متمددة وخفيفة الوزن ، ذات لون أبيض رمادى ، ويتراوح قطرها من ١,٥ – ٣ مم .

ومن أهم خصائص البرليت ما يلى :

أ – معقم .

ب – خفيف الوزن ، حيث يزن حوالى ١٠٠ كجم / م٣ .

جـ - يحتفظ بنحو ٣ - ٤ أمثال وزنه من الماء الذى يلتصق بسطح جزيئات البرليت ، ولكنه لا يدمص داخل التكتلات .

د - متعادل حيث يبلغ الـ pH حوالى ٧ر٥ .

هـ - خامل كيميائياً ، وليس له سعة تبادل كاتيونية .

و - لا يحتوى على أية عناصر غذائية ميسرة لاستعمال النبات .

تنحصر الفائدة الرئيسية للبرليت فى توفير التهوية المناسبة فى بيئات الزراعة ، وبذا .. فهو يعد بديلاً للرمل ، ويتميز عنه بخفة وزنه .

أمثلة لبيئات الزراعة

تتنوع المخاليط المستخدمة فى الزراعة بدرجة كبيرة ، ويتوقف اختيار المناسب منها غالباً على مدى توفر المواد الأولية المستخدمة فى تحضير تلك المخاليط ، وتكلفتها لكى يكون استعمالها اقتصادياً .

ومن الأمثلة الشائعة الاستعمال لمخاليط بيئات الزراعة ما يلى :

١ - مخلوط التربة مع الرمل والسماد العضوى

يستعمل مخلوط التربة مع الرمل والسماد العضوى عند عدم توفر أى من المواد الأولية الأخرى المستخدمة فى عمل المخاليط الحديثة للزراعة . ويحضر المخلوط بتكويم أحجام متساوية من تربة طمية ، ورمل خشن ، وسماد عضوى قديم متحلل فى طبقات ، مع رشها بالماء أثناء التكويم وبعد الانتهاء منه . تترك الكومة المرطبة بالماء لمدة يوم ، ثم تخلط مكوناتها جيداً بعد ذلك يدوياً أو بخّلاط البناء العادى . يساعد ترطيب الخلطة على سهولة مزج مكوناتها ، وجعلها تامة التجانس .

٢ - مخاليط جامعة كورنل

يستعمل بجامعة كورنل ثلاثة مخاليط للزراعة تعرف باسم Cornell Peat Mixes ، وهى مخاليط أساسها البيت موس ، ويهمنا منها المخلوط التالى الذى يستخدم فى إنتاج الشتلات:

المادة	الكمية اللازمة لتحضير متر مكعب من الخلطة
بيت موس	٥ر٠ م٣
فيرميكيوليت	٥ر٠ م٣
مسحوق الحجر الجيرى	٣ر٠ كجم
مسحوق سوبر فوسفات أحادى	١ر٢ كجم
سماد مركب ٥ – ١٠ – ٥	٣ر٦ كجم
بوراكس (١١٪ بورون)	١٣ر٠ جم
حديد مخلبى (١٠٪ حديد)	٣٣ر٠ جم

ويراعى عند تجهيز الخلطة ما يلى :

أ – يضاف السوبر فوسفات لكى يكون مصدراً لكل من الفوسفور والكالسيوم .

ب – يفضل تنويع النيتروجين فى السماد المركب فى الصورتين النتراتية والأمونيومية .

جـ – يجب نثر السماد وتوزيعه جيداً على البيت والفيرميكيوليت ، ويُذاب الحديد والبوراكس فى الماء ، ثم يرش على المخلوط .

د – تحسن إضافة مادة تساعد على بل المخلوط ، مثل Aqua - Gro ، أو Hydro - Wet بمعدل حوالى ٣ كجم لكل متر مكعب من البيت موس المستخدم فى عمل الخلطة (Boodley & Sheldrake ١٩٧٣) .

٣ – مخاليط جامعة كاليفورنيا

تستخدم جامعة كاليفورنيا خمسة مخاليط للزراعة ، يطلق عليها اسم U. C. Mixes ، أساسها الرمل والبيت موس بنسب مختلفة تتراوح من صفر – ١٠٠٪ لكل منهما . وتضاف إلى كل مخلوط كمية معينة من الأسمدة والمواد التى تحسن من خواص المخلوط . ويبين جدول (٤ – ١) تركيب تلك المخاليط ، وقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة ، والأسمدة التى يتعين إضافتها إليها (Matkin & Chandler ١٩٥٧) .

٤ - مخلوط يستخدم محلياً لأغراض الزراعة المحمية

قوامه هذا المخلوط البيت موس والفيرميكيوليت بنسبة ١ : ١ ، مع الإضافات التالية لكل بالة من البيت (٣٠٠ لتر) وحجم مماثل من الفيرميكيوليت (أى لكل ٠,٦ م٣ من الخلطة) (وزارعة الزراعة ١٩٨٩) :

المادة	الكمية المضافة عند استعمال الخلطة لإنتاج شتلات	
	الطماطم والفلفل	الخيار والقاوون
نترات النشادر الجيرية	٢٥٠ جم	١٥٠ جم
سلفات البوتاسيوم	١٥٠ جم	١٠٠ جم
سوبرفوسفات أحادى	٤٠٠ جم	٣٠٠ جم
سلفات مغنسيوم	٢٤ جم	١٦ جم
سماد ورقى كامل	٧٥ مل	٥٠ مل
كربونات كالسيوم (بودرة بلاط)	٤ كجم	٤ كجم

وتُضاف إلى أى من هذين المخلوطين أحد المبيدات المناسبة حسب المحصول كما يلى :

المحصول	المبيد الفطرى والكمية المناسبة منه لكل ٠,٦م٣ من الخلطة
الطماطم	بنليت بمعدل ٥٠ جم ، أو مونسرين كومبى بمعدل ٢٥ جم .
الفلفل	مونسرين كومبى بمعدل ٢٥ جم ، أو مونسرين بمعدل ١٠٠ جم .
الخيار والقاوون	بنليت بمعدل ٢٥ جم ، أو هومای ٨٠ بمعدل ٥٠ جم ، أو مونسرين بمعدل ٥٠ جم .

هذا .. ويجب أن يراعى فى جميع الخلطات التى يتم تحضيرها بمعرفة المزارع أن تذاب المركبات - التى تضاف بكميات صغيرة ، والقابلة للذوبان - فى نحو ٥٠ لتراً من الماء العذب لكل نحو نصف متر مكعب من الخلطة ، ثم تضاف فى صورة رذاذ على مخلوط الزراعة . أما الكميات الصغيرة من المركبات المضافة القليلة الذوبان فى الماء - مثل السوبر فوسفات - فإنها تخلط جيدا بكمية مناسبة من أحد عناصر الخلطة - كالرمل ، أو البيت - قبل نثرها على مخلوط الزراعة . وفى أى من الحالتين يتعين خلط مكونات الخلطة جيداً

بتقليبها عدة مرات ، أو إجراء عملية الخلط باستعمال خلاط بناء عادى .

كذلك يجب ترطيب الخلطة جيداً قبل تعبئتها فى الشتّالات أو صناديق الزراعة . ويستعمل لذلك ماء عذب بمعدل حوالى ١٠٠ لتر لكل نصف متر مكعب من الخلطة ، على أن يحسب ضمن ذلك كمية الماء التى استعملت فى إذابة بعض مكونات الخلطة . ويعرف مستوى الرطوبة فى الخلطة بضغط كمية منها فى راحة اليد بقوة ، حيث تخرج قطرات قليلة من الماء من بين الأصابع حال احتواء الخلطة على المستوى الرطوبى المناسب .

٥ - مخاليط تجارية

تقوم بعض الشركات بتصنيع مخاليط خاصة بها . فمثلا .. تصنع شركة Agrotropical Industries فى قبرص عدة مخاليط أساسها قلف الأشجار والبيت موس ، ويضاف إليها عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم بتركيزات مختلفة لاستعمالها فى الأغراض المختلفة .

وبالنسبة لإنتاج الشتلات يستخدم المخلوط Tropic Terra - T الذى يحتوى على ٢٩٠ ، و ٤٥٠ ، و ٣٩٠ مجم من عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم على التوالى / لتر من المخلوط ، بالإضافة إلى العناصر الدقيقة . كما يضاف إلى هذا المخلوط منتج تجارى آخر للشركة هو : ألجنيور Alginure ، وهو عبارة عن مادة عضوية غروية يتحصل عليها من الأعشاب البحرية ، تحتوى على جميع العناصر الدقيقة .

جدول (٤ – ١) : كميات الأسمدة والمركبات الداخلة فى تركيب مخاليط جامعة كاليفورنيا .

المخلوط	المكونات (٪ بالحجم) رمل	بيت موس	الوزن (بالجم / سم٣) وهو مشبع بالرطوبة	وهو مجفف فى الفرن	الحد الأقصى للمحتوى الرطوبى (٪ بالحجم)	الأسمدة اللازمة مع إمكانية التخزين (الكمية / م٣)
أ	١٠٠	صفر	١ر٨٧	١ر٤٢	٤٣	٢٢٧ جم نترات البوتاسيوم ١١٣ جم سلفات البوتاسيوم ١,١ كجم ٢٠ ٪ سوبر فوسفات ٠,٧ كجم حجراً جيرياً دولوميتى ١,١ كجم جبس
ب	٧٥	٢٥	١ر٦٨	١ر٢٢	٤٦	١٧٠ جم نترات البوتاسيوم ١١٣ جم سلفات البوتاسيوم ١,١ كجم ٢٠٪ سوبر فوسفات ٢,٠ كجم حجر جيرى دولوميتياً ٠,٦ كجم كربونات الكالسيوم ٠,٦ كجم جبساً
جـ	٥٠	٥٠	١ر٥٠	١ر٠١	٤٨	١١٣ جم نترات البوتاسيوم ١١٣ جم سلفات البوتاسيوم ١,١ كجم ٢٠٪ سوبر فوسفات ٣,٤ كجم حجر أجيرياً دولوميتيا ١,١ كجم كربونات كالسيوم
د	٢٥	٧٥	١ر٠٦	٠ر٥٤	٥١	١١٣ جم نترات البوتاسيوم ١١٣ جم سلفات البوتاسيوم ٠,٩ كجم ٢٠٪ سوبر فوسفات ٢,٣ كجم حجر جيرى دولوميتى ١,٨ كجم نترات كالسيوم
هـ	صفر	١٠٠	٠ر٦٩	٠ر١١	٥٩	١٧٠ جم نترات البوتاسيوم ٠,٥ كجم ٢٠٪ سوبر فوسفات ١,١ كجم حجراً جيرياً دولوميتياً ٢,٣ كجم كربونات كالسيوم

(أ) يجب أن يتكون الرمل من حبيبات يتراوح قطرها من ٠٫٠٥ – ٠٫٥ مم ، وألا تتجاوز نسبة السلت والطين به ١٥ ٪ ، وألا تزيد نسبة الرمل الخشن به على ١٢ – ١٥ ٪ . أما البيت ، فيجب أن يكون ناعماً وخالياً من الفطريات ومسببات الأمراض الأخرى .

الفصل الخامس

طرق تعقيم التربة والبيئات والمواد المستخدمة فى الزراعة

يجب الاهتمام بتعقيم تربة المشاتل الحقلية للقضاء على ما يوجد فيها من مسببات أمراض ، خاصة تلك التى تصيب النباتات عن طريق الجذور ، حتى لا تنتشر فى الحقل عند زراعة شتلات مصابة . كما يلزم أيضا تعقيم بيئات الزراعة التى تجهز من مواد قد تكون ملوثة بمسببات الأمراض ، وكذا الشتّالات ، لاحتمال تلوثها بالفطريات المسببة لمرض تساقط البادرات . وتتناول - فيما يلى - أهم طرق التعقيم .

تعقيم (بسترة) التربة بالإشعاع الشمسى

يقتصر تعقيم أو بسترة التربة بالإشعاع الشمسى Solar Pasteurization of Soil على المواسم الحارة ، وفى الأراضى التى يمكن تركها دون زراعة لمدة ٤٥ - ٦٠ يوماً على الأقل. يحرث الحقل المراد تعقيمه إلى عمق ٣٠ - ٣٥ سم ، ثم يروى جيدا بالرش ، أو بالتنقيط ، أو بالغمر ، ثم يغطى سطح التربة بعد ذلك مباشرة - فى الأراضى الرملية - (وبعد يوم أو يومين - فى الأراضى القليلة النفاذية) بشرائح بلاستيكية شفافة بسمك ٤٠ - ٥٠ ميكروناً ، وتشد جيداً بحيث تكون ملامسة تماماً لسطح التربة ، ثم تترك لمدة ٦ - ٨ أسابيع . وقد تترك مسافات بين شرائح البلاستيك للمرور عليها . وتلك المسافات تكون غير معقمة ، وتشكل مصدرا لإعادة تلوث الحقل بمسببات الأمراض بحيث لا يمكن الاستفادة من عملية التعقيم إلا لموسم زراعى واحد بدلاً من موسمين أو ثلاثة مواسم زراعية .

ويلزم لنجاح هذه الطريقة فى تعقيم التربة ما يلى :

١ – أن تظل التربة رطبة أثناء فترة التغطية لزيادة حساسية الكائنات المسببة للأمراض الموجودة بها . ولزيادة قدرتها على التوصيل الحرارى . ويمكن استمرار بلّ التربة – فى الأراضى الرملية – بواسطة أنابيب الرى بالتنقيط التى تترك تحت البلاستيك خلال فترة التعقيم .

٢ – إطالة فترة التغطية لمكافحة الكائنات المسببة للأمراض ، والتى تكون متعمقة فى التربة ، لأن الحرارة لا ترتفع كثيراً ، حيث تتواجد هذه الكائنات .

وإذا أجرى التعقيم بالإشعاع الشمسى بصورة صحيحة خلال شهور الصيف الحارة فإن درجة الحرارة ترتفع تحت الغطاء البلاستيكى إلى ما بين ٦٠°م على عمق ٥ سم إلى ٤٠°م على عمق ٥ سم ، ويكون ذلك مصاحباً بما يلى :

١ – القضاء على عديد من الفطريات التى تعيش فى التربة ، والتى تصيب مختلف المحاصيل الزراعية ، مثل :

الفطر	المحاصيل
Verticillium dahliae	الطماطم – البطاطس – الباذنجان – الشليك – القطن – الزيتون
Fusarium oxysporum (الذبول الفيوزارى)	الطماطم – القاوون – البصل – الشليك – القطن
Pyrenochaeta terrestris	البصل
Pyrenochaeta lycopersici	الطماطم
Sclerotium rolfsii	الفول السودانى
Rhizoctonia solani	البطاطس – البصل – الفاصوليا – القطن
Thielaviopsis basicola	القطن
Pythium ultimun	القطن
Pythium myrothecium	الفول السودانى
Plasmodiophora brassicae	الكرنب
Didymella lycopersici	الطماطم

٢ – القضاء على الأكاروس الذى يوجد فى التربة .

٣ – تخفيض أعداد النيماتودا التى توجد فى التربة حتى عمق حوالى ٣٠ سم ، أما فى الأعماق الأكثر ذلك فإن الارتفاع فى درجة حرارة التربة لا يكون بالقدر الذى يمكن أن يؤثر فى النيماتودا . ولذا .. فإن التعقيم بالإشعاع الشمسى يكون أكثر فاعلية فى مكافحة النيماتودا بالنسبة للمحاصيل ذات الجذور السطحية .

٤ – القضاء على عديد من الحشائش الحولية ، والمعمرة .

٥ – القضاء على الهالوك Orobanche aegyptiaca .

٦ – زيادة أعداد بعض الكائنات المفيدة مثل Trichoderma spp. ، أو الأكتينوميسيتاتActinomycetes .

٧ – تنخفض أعداد بعض كائنات التربة المفيدة مثل فطريات الميكوريزا Mycorrhizal fungi فى الطبقة السطحية من التربة ، ولكن ليس إلى الدرجة التى تؤثر فى فعلها المفيد .

٨ – تنخفض جزئياً أعداد بعض الكائنات الدقيقة المفيدة أثناء التعقيم ، مثل بعض أنواع البكتيريا من جنسى Bacillus ، و Pseudomonas ، ولكنها تسترجع أعدادها الطبيعية سريعاً بعد ذلك .

وقد أوضحت أحدث الدراسات عن تأثير التعقيم بالإشعاع الشمسى فى بيولوجى التربة (Gamliel & Katan ١٩٩١) أنه أدى إلى خفض أعداد البكتيريا والفطريات حتى عمق ٩٠ سم ، مع تأثير أقل على الأكتينوميسيتات . كذلك أنقصت المعاملة أعداد البكتيريا والفطريات المعروفة بتحملها للحرارة Thermotolerant . هذا بينما أحدث التعقيم بالإشعاع الشمسى زيادة قدرها ١٣٠ ضعفاً فى أعداد البكتيريا الاستشعاعية من جنس Pseudomonas (التى تعرف باسم : Fluorescent pesudomonads) فى رايز وسفير النباتات المزروعة فى التربة المعقمة ، بالرغم من أن تلك البكتيريا تعد حساسة للحرارة . وقد أمكن تمييز ثلاثة أنواع منها ؛ هى : P. putide ، و P. fluorescens ، و P. alcaligenes ، وتبين أن وجودها يرتبط بتحفيز نمو نباتات الطماطم فى الأراضى المعقمة . كذلك أدى التعقيم بالإشعاع الشمسى إلى خفض أعداد الفطريات فى رايز وسفير النباتات خاصة من فطرى Pythium spp. ، و Penicillium pinophilum علما بأن الأخير يحدث تقزماً لنباتات الطماطم .

٩ – تُقتل بكتيريا العقد الجذرية من الجنس Rhizobium التى تقوم بتثبيت آزوت الهواء الجوى فى جذور البقوليات ، ويلزم إعادة إضافتها إلى التربة مع بذور البقوليات التى تزرع فيها .

١٠ – تزداد الكميات الميسرة لاستعمال النبات من بعض العناصر المغذية ؛ مثل النيتروجين (فى صورتيه النتراتية ، والأمونيومية) ، والكالسيوم ، والمغنسيوم .

١١ – تحدث زيادة جوهرية فى النمو النباتى والمحصول حتى فى حالة غياب مسببات الأمراض الهامة – أصلاً – من التربة المعاملة ، لكن الزيادة فى النمو النباتى والمحصول تكون أكبر عندما يقضى التعقيم بالإشعاع الشمسى على ما قد يكون موجوداً فى التربة من مسببات أمراض ، أو آفات هامة (Katan ١٩٨٠ ، و Pullman وآخرون ١٩٨٤) .

ومن الدراسات التى أجريت على تعقيم التربة بطريقة الإشعاع الشمسى – فى أنحاء متفرقة من العالم – تبين ما يلى :

وجد Jacobson وآخرون (١٩٨٠) أن تغطية التربة فى حقل مصوبوء بشدة بالهالوك المصرى Orobanche aegyptiaca لمدة ٣٦ يوماً قبل الزراعة خلال الموسم الحار فى أغسطس وسبتمبر أدت إلى مكافحة الهالوك بصورة جيدة ، حيث نما محصول الجزر بصورة طبيعية فى الحقل المعامل ، بينما تقزمت نباتات الجزر ، وأصيب بشدة بالهالوك فى الحقل غير المعامل . وقد وجد أن الغطاء البلاستيكى – الذى كان من النوع الأسود – أدى إلى رفع درجة حرارة التربة فى الخمسة سنتيمترات العلوية بمقدار ٨ – ١٢°م ، أى حتى ٥٦°م .

وفى تكساس .. درس Hartz وآخرون (١٩٨٥) تأثير تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى على محصولى الفلفل والقاوون عند زراعتهما – بالتوالى – بعد التعقيم . كان التعقيم لمدة شهر واحد ، هو شهر يوليو ، واستخدم بولايثين شفاف بسمك ٤٠ ميكرونا . وبعد هذه الفترة أزيل الغطاء البلاستيكى من بعض القطع ، ورش بدهان عاكس للضوء فى قطع أخرى .

وقد وجد أن التعقيم بالإشعاع الشمسى أدى إلى زيادة محصول الفلفل بمقدار ٢٠٪ . وعندما ترك الغطاء البلاستيكى فى مكانه ، مع طَلْيِهِ بدهان عاكس للضوء ازداد محصول

الفلفل بمقدار ٥٣ ٪ ، عما هو فى حالة عدم إجراء التعقيم بالإشعاع الشمسى . كما كان هناك تأثير مُتَبَقٍّ للتعقيم بالإشعاع الشمسى على محصول القاوون الذى زرع فى الربيع التالى . هذا ولم يكن فى التربة كائنات ممرضة معينة يمكن أن يقال أن الزيادة فى المحصول قد حدثت نتيجة القضاء عليها .

وفى مصر .. وجد Abdel - Rahim وآخرون (١٩٨٨) أن تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى فى أراضٍ تروى سطحياً أدى إلى :

١ – مكافحة الحشائش ، والهالوك ، ومرض الجذر الفلينى ، ونيماتودا تعقد الجذور – بكفاءة – فى حقول الطماطم .

٢ – مكافحة النيماتودا Rotylenchulus reniformis لمدة ٦٠ يوماً بعد الزراعة.

٣ – تحسين النمو وزيادة المحصول بنسب تراوحت من ٢٥٪ – ٤٣٢٪ فى الفول الرومى ، والبصل ، والطماطم ، والبرسيم فى نوعيات مختلفة من الأراضى .

٤ – دام تأثير المعاملة بالنسبة لكل من مكافحة الأمراض وزيادة المحصول لمدة موسمين ، أو ثلاثة مواسم زراعية .

٥ – حدث انخفاض فى درجة ملوحة التربة .

٦ – كان للمعاملة – فى إحدى التجارب – تأثير سيىء فى تكوين العقد الجذرية لبكتيريا تثبيت آزوت الهواء الجوى فى جذور الفول الرومى ، حيث تقزمت النباتات ، ولكنها استعادت نموها ثانية .

وفى الأردن .. قارن الأسعد وأبو غربية (١٩٨٦) تغطية التربة الرطبة بشرائح بلاستيكية شفافة بسمك ٤٠ ميكروناً لمدة شهر واحد ، أو شهرين ، والتغطية ببلاستيك أسود بسمك ٤٥ ميكروناً لمدة شهرين ، مع التبخير ببروميد الميثايل بمعدل ٦٨ جم / م٢ ، وبدون معاملة للمقارنة ، وكانت النتائج كما يلى :

١ – بلغت درجة الحرارة العظمى على أعماق ١٠ ، و ٢٠ سم حوالى ٥٠ ، و ٤٤°م تحت البلاستيك الشفاف ، و ٤٢ ، و ٤٠°م تحت البلاستيك الأسود ، مقارنة بنحو ٤٠ ، و ٣٨°م فى التربة غير المغطاة .

٢ – ظهرت فعالية عالية للتغطية بالبلاستيك الشفاف لمدة شهرين – مساوية لمعاملة التبخير ببروميد الميثايل فى تخفيض أعداد كل من الفطريات : Fusarium oxysporum، و F solani ، و Pythium spp. ، و Rhizoctonia solani ، وكذلك أعداد النيماتودا Tylenchorhynchus spp. ، وبعض أنواع النيماتودا الحرة فى التربة . كما كانت التغطية بالبلاستيك الشفاف لمدة شهر واحد وبالبلاستيك الأسود لمدة شهرين أقل فعالية من التغطية بالبلاستيك الشفاف لمدة شهرين ، ولكن بدون فروق معنوية.

٣ – أدت جميع معاملات التغطية بالبلاستيك والتبخير ببروميد الميثايل إلى زيادة النمو الخضرى وإنتاجية الطماطم ، والباذنجان جوهريا . ولم تظهر أيه فروق معنوية بين نتائج التبخير ببروميد الميثايل وأى من معاملات التغطية بالبلاستيك لمدة شهرين . وبرغم أن التغطية بالبلاستيك الشفاف لمدة شهر واحد أظهرت إنتاجية أقل من معاملات التغطية الأخرى فى تجربة الطماطم ، إلا أن هذا الاختلاف لم يظهر فى تجربة الباذنجان .

وفى ألاباما بالولايات المتحدة .. أدى تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى لمدة ٩٨ يوماً إلى رفع درجة حرارة التربة إلى ٤٩°م – على الأقل – لمدة ٤١ يوماً من فترة التعقيم ، بارتفاع قدره ١٤°م عن درجة حرارة الأرض المكشوفة . وأدى ذلك إلى خفض إصابة الفلفل بالفطر Sclerotium rolfsii بنسبة ٩٥ ٪ ، مع التخلص التام من الأجسام الحجرية للفطر فى السنتيمترات العشرة العلوية من التربة (Stevens وآخرون ١٩٨٨ ا) .

وفى دراسة أخرى .. قورنت زراعة البطاطا صنف Georgia Jet فى أرض معقمة بالإشعاع الشمسى مع زراعتها فى أرض غير معقمة ، وكانت النتائج كما يلى :

١ – ازداد النمو الخضرى والجذرى ، ومحصول البطاطا حتى فى غياب مسببات الأمراض الرئيسية .

٢ – ارتبطت الزيادات فى النمو النباتى بأعداد الكائنات الدقيقة التى وجدت فى بيئة نمو الجذور(الـ Rhizosphere) ، حيث لوحظت زيادة فى أعداد البكتيريا من الجنس Pseudomonas ، وبعض الفطريات فى رايزو سفير البطاطا فى معاملة التعقيم.

٣ – انخفضت أعداد نيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne incognita بنسبة ٩٢ ٪

عند التعقيم بالإشعاع الشمسى (Stevens وآخرون ١٩٨٨ ب) .

وفى دراسة مماثلة على الكرنب والبروكولى .. كان المحصول أبكر بمقدار ثلاثة أسابيع وأعلى جوهريا بنسبة ٢٥٠ ٪ عند تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى مقارنة بالتربة غير المعقمة. كذلك ازدادت أعداد الأكتينوميسيتات ، وبعض الفطريات ، والبكتيريا التابعة للجنس Pseudomonas فى رايزوسفير هذه المحاصيل فى التربة المعقمة بالإشعاع مقارنة بالتربة غير المعقمة ، بينما انخفضت شدة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور (Stevens وآخرون ١٩٨٨ جـ) .

كذلك تبين لدى مقارنة التعقيم بالإشعاع الشمسى - فى ألاباما - مع المعاملة بمبيد الحشائش داكثال Dacthal 75 W فى حقول الكولارد ما يلى :

١ - أحدثت معاملة التعقيم بالإشعاع الشمسى نقصاً قدره ٩١٪ فى أعداد الحشائش ، وكانت تلك المعاملة أكثر كفاءة من المعاملة بالداكثال فى مكافحة الحشائش .

٢ - ازداد محصول الكولارد فى الأرض المعقمة بالإشعاع .

٣ - ادادت أعداد البكتيريا والفطريات المقاومة للحرارة فى رايزوسفير النباتات النامية فى الأرض المعقمة بالإشعاع مقارنة بغير المعاملة (Stevens وآخرون ١٩٩٠) .

التعقيم بالبخار

يشيع التعقيم بالبخار فى البيوت المحمية التى تكون التدفئة فيها بالبخار ، بينما لايشيع اتباع هذه الطريقة فى الحقول المكشوفة . ويمكن الاستفادة منها فى تعقيم بيئات الزراعة والشتّالات وخلافه .

تؤدى المعاملة بالبخار إلى التخلص من معظم بذور الحشائش والكائنات المسببة للأمراض من فطريات ، وبكتيريا ، ونيماتودا ، وفيروسات ، وكذلك الحشرات ، إلاّ أنها تبقى على بعض الكائنات المفيدة التى بإمكانها أن تنافس الكائنات الضارة على الأكسجين ، والمكان ، والغذاء ، وتحد من قدرتها على البقاء ، لكن هذه الكائنات المفيدة يمكن القضاء

عليها أيضاً إذا ارتفعت درجة حرارة البيئة إلى ١٠٠°م . ولذا .. يفضل أن يكون التعقيم على درجة حرارة ٦٠° - ٧١°م لمدة ٣٠ دقيقة ، حيث يتم القضاء على الكائنات الضارة ، مع الإبقاء - قدر الإمكان - على الكائنات المفيدة . ويتحقق ذلك بأجهزة خاصة تقوم بخلط البخار بالهواء بدرجة معينة يمكن بواسطتها التحكم فى درجة حرارة مخلوط الغازين قبل دخولهما فى البيئة المراد تعقيمها (Nelson ١٩٨٥) .

التعقيم بالمبيدات

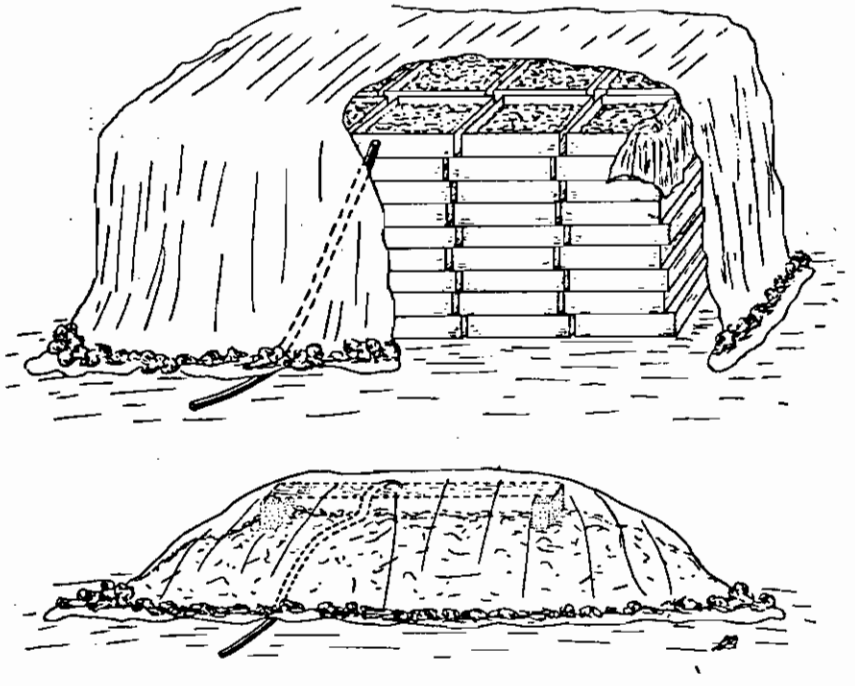
تتنوع المبيدات المستخدمة فى التعقيم أو التطهير ، كما يلى :

١ - بروميد الميثايل

يتوفر بروميد الميثايل Methyl Bromide فى حالة سائلة تحت ضغط إما فى عبوات صغيرة زنة رطل ، أو أنابيب كبيرة ، مثل أنابيب البوتوجاز . يتبخر هذا السائل ويغلى عند درجة ٤,٤°م بمجرد فتح غطاء العبوة . ولكى يتم التعقيم بصورة جيدة فإنه يلزم منظم خاص ينتقل بواسطته الغاز عبر خراطيم إلى التربة أو الأدوات التى يُراد تعقيمها ، والتى تغطى جيداً بغطاء من البلاستيك (شكل ٥ - ١) .

يستخدم بروميد الميثايل بمعدل ٥٠٠ جم لكل متر مكعب من مخاليط الزراعة . تترك المخاليط معرضة للغاز تحت الغطاء لمدة يوم على الأقل فى درجة حرارة ١٥°م أو أعلى من ذلك ، أو لمدة يومين على الأقل فى درجة حرارة ١٠°م . ولا تجب المعاملة فى درجة حرارة أقل من ذلك . وبعد المعاملة يترك المخلوط دون غطاء لمدة يوم على الأقل فى الجو الدافىء ، ويومين على الأقل فى درجة حرارة ١٠°م . وبعد ذلك يمكن تداوله ، كما يمكن زراعة البذور بعد ثلاثة أيام من التهوية .

وعند تعقيم المشاتل الحقلية ، يجب حرث الأرض جيداً أولاً لعمق ٣سم ، وهو العمق الذى تنمو فيه معظم الجذور ، وتنتشر فيه الآفات ، ثم تروى وتترك حتى تصل رطوبتها إلى نحو ٥٠ ٪ من السعة الحقلية ، أى حتى تصبح مستحرثة ، وحينئذ تعامل بالمبيد بمعدل ٥٠ جم / م^{٢} من الحقل .



شكل (٥ – ١) : تعقيم مخاليط الزراعة وأوعية نمو النباتات ببروميد الميثايل . يلاحظ وجود مسافات بين الأحواض المتراصة حتى يتخلل الغاز بينها بصورة جيدة ، كما يوضع التراب حول حافة الغطاء البلاستيكى لإحكام إغلاقه . يلاحظ أيضاً أن فوهة الخرطوم الناقل لبروميد الميثايل تكون فى منتصف الكومة من أعلى (عن Munnecke ١٩٥٧) .

وفى حالة تعقيم مساحات كبيرة من الأرض فإنه يلزم التحكم فى عملية التعقيم .. فتعلق أولاً أنبوبة الغاز من ميزان زنبركى ، حتى يمكن معرفة كمية الغاز المنطلقة ، وبذا .. يمكن التحكم فى الكمية المستخدمة فى المساحات المراد تعقيمها .

ويتم توصيل الغاز إلى التربة عبر أنابيب من البولايثيلين بقطر نحو ٤سم ، بها ثقوب متقابلة قطرها ملليمتر واحد تقريبا كل حوالى ٢٠ سم . تُمَد هذه الأنابيب على سطح التربة المراد تعقيمها . وعند التعقيم يتم توصيلها بأنبوبة الغاز الرئيسى . ويتم عادة مد أنابيب البولايثيلين لطول ٥٠م ، وعلى بعد ١٠٠سم من بعضها البعض ، وبذا .. فإن كل أنبوب منها يعقم شريطا من الأرض مساحته ٥٠م٢ (١ × ٥٠م) . والعادة هى السماح للغاز بالانطلاق

فى خطين من أنابيب البوليثيلين فى المرة الواحدة ، وبذلك يعقم فى كل مرة ١٠٠ متر مربع من الأرض .

هذا .. وتغطى كل المساحة المراد تعقيمها بشرائح بلاستيكية شفافة بعرض ٤م ، تطوى حوافها على بعضها البعض ، مع إضافة التربة بين البلاستيك عند طى الأطراف لمنع تسرب الغاز .

ويراعى عند التعقيم ألا تقل درجة حرارة التربة عن ٢٠°م ، كما يجب تسخين الغاز بإمراره أولا خلال أنابيب فى جهاز خاص ، حيث يتعرض الغاز لدرجة حرارة ١١٠°م ، ومع خروجه من الجهاز تكون حرارته قد وصلت إلى نحو ٨٠°م ، ومع وصوله عبر الأنابيب إلى التربة المراد تعقيمها تكون حرارته قد انخفضت إلى ما يقرب من ٢٠°م .

يترك الغطاء على المساحة المعاملة لمدة يوم فى درجة حرارة ٢٠°م إلى يومين فى درجة ١٠°م ، ثم يرفع ويسمح بالتهوية الجيدة لمدة ثلاثة أيام ، ثم يبدأ فى إعداد الأرض للزراعة ، على ألا تزرع قبل أسبوع من انتهاء عملية التهوية .

ونظراً لأن بروميد الميثايل غاز شديد السمية وعديم الرائحة ، فإنه يخلط بالكلوروبكرين بنسبة ضئيلة ، حتى يمكن التنبه إلى رائحة الغاز فى حالة تسربه .

ويؤدى التعقيم ببروميد الميثايل إلى قتل بذور الحشائش ، والنيماتودا ، ومعظم الفطريات ، والبكتيريا ، والحشرات التى توجد فى التربة .

٢ - الفورمالدهيد

يستخدم الفورمالدهيد Formaldehyde فى تعقيم المشاتل الأرضية ، ومخاليط الزراعة، وأوعية نمو النباتات ، ويستعمل لذلك الفورمالين التجارى الذى تبلغ قوته ٣٧ ٪ .

لتعقيم مخاليط الزراعة يستعمل الفورمالين التجارى بمعدل ٥ر٢ ملعقة كبيرة فى كوب ماء لكل بوشل (٣٠ لتر تقريباً) من المخلوط . ويجب ألا تقل درجة حرارة المخلوط عن ١٣°م، وأن يُحاط بالبلاستيك أثناء المعاملة .

ولتعقيم أوعية نمو النباتات يخفف الفورمالين التجارى بالماء بنسبة ١ : ٢٠ ، وتغمر

الأوعية والأدوات المراد تعقيمها فى المحلول المخفف ، ثم تصفى منه ، وتترك تحت غطاء بلاستيكى لمدة ٢٤ ساعة ، ثم تكشف وترش بالماء عدة مرات إلى أن تختفى رائحة الفورمالدهيد ، ويستغرق ذلك ٤ أيام .

أما تعقيم تربة المشاتل الحقلية فيتم برش الفورمالين التجارى المخفف بالماء بنسبة ١ : ٥٠ على سطح التربة - بعد تجهيزها - بمعدل حوالى ٢٠ لترا / م٢ ، ثم تغطى التربة المعاملة بالبلاستيك لمدة يوم أو يومين ، وبعد ذلك يرفع الغطاء ، وتترك مهواة لمدة ١٤ - ٢١ يوماً قبل استعمالها فى الزراعة .

٣ - البازاميد

البازاميد Basamid مبيد حبيبى (مبرغل) granular يحتوى على ٩٨٪ دازوميت Dazomet ، وهو فعّال ضد النيماتودا وفطريات وحشرات التربة والحشائش النباتية . ويستخدم فى تعقيم المشاتل ، وأوعية الزراعة ، ومخاليط التربة .

تنعم التربة جيداً وترش بقليل من الماء ، ثم ينثر المبيد على سطح التربة بمعدل حوالى ٤٠ - ٦٠ جم / م٢ ، ثم يثار سطح التربة بالعزيق السطحى ، أو ترش بالماء ، أو تغطى بالبلاستيك ، ثم تترك لمدة ٥ - ٧ أيام ، تحرث بعدها التربة وتهوى .

يجب ألا تقل درجة حرارة التربة أثناء المعاملة عن ٦°م ، وإلاّ تسرب المبيد بعمق فى التربة ؛ محدثاً أضراراً بالنباتات بعد ذلك . وإذا كانت درجة حرارة التربة شديدة الارتفاع انخفضت فعالية المبيد ، نظراً لسرعة تبخره فى الهواء الخارجى .

ويستخدم البازاميد بمعدل يتراوح من ٤٠ - ٦٠ جم / م٢ من سطح الأرض (نشرة المبيد، شركة BASF) .

٤ - السيستان

السيستان Sistan مبيد سائل يستخدم فى تعقيم المشاتل الحقلية ، والأوعية ، ومخاليط الزراعة المستخدمة فى المشاتل . وعند المعاملة يتحلل السيستان فى التربة ؛ وينطلق منه المركب الفعال ، وهو methyl isothiocyanate .

يتميز السيستان بفعالية ضد عديد من الآفات ، منها : النيماتودا ، وفطريات التربة ، وبعض الآفات الحيوانية ، وعديد من الحشائش الحولية ، كما يؤدى إلى زيادة الآزوت الميسر فى التربة .

يجب ألا يستخدم المبيد إذا كانت درجة حرارة التربة أقل من ٧°م ، ويحسن ألا تقل عن ١٠°م .

يستخدم المبيد فى تعقيم المشاتل الحقلية إما مع ماء الرى بمعدل ٢ر١ لتراً فى ١٢٠ لتر ماء / ١٠م٢ ، وإما بالحقن على عمق ٢٠سم على مسافات ٣٠سم بمعدل ٢ر١ لتر/ ١٠م٢ .

يحكم غطاء بلاستيكى جيداً على التربة المعاملة ، ويترك لمدة أسبوعين ، ثم يزال الغطاء وتحرث التربة جيداً لعمق ٣٠سم ، وتترك لمدة ٢ - ٣ أسابيع أخرى ، ثم تحرث التربة مرة ثانية ، وتترك بحالها لمدة أسبوعين آخرين . ولا يجب إعداد الأرض للزراعة قبل مرور خمسة أسابيع من أول حرثة بعد المعاملة (نشرة المبيد ، شركة Unicrop) .

٥ - الفابام

الفابام Vapam مبيد سائل قابل للذوبان فى الماء يستخدم فى التخلص من النيماتودا، والفطريات ، ومعظم الحشائش . يكوّن المبيد غازا يتخلل التربة بسرعة ، ويضاف رشاً على سطح التربة ، أو مع ماء الرى ، أو بآلات حقن خاصة . تعامل مراقد البذور بمعدل نحو لتر من المبيد فى ٩ لترات ماء لكل نحو ١٠م٢ من المساحة . يجب الرى بعد المعاملة مباشرة والانتظار لمدة ٢ - ٣ أسابيع بعد المعاملة حتى الزراعة . ولا يعد هذا المبيد ساماً للإنسان كالمبيدات الأخرى (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

٦ - المبيدات الفطرية

تستعمل بعض المبيدات الفطرية فى تطهير تربة المشاتل الحقلية ومخاليط الزراعة من الفطريات المسببة لمرض الذبول الطرى (تساقط البادرات) ، ومن أمثلتها المبيدات التالية :

أ - الديازوبن Diazoben : المكافحة فطرى Phytopthora ، Pythium .

ب - البينوميل Benomyl : مبيد جهازى يثبط نمو فطريات التربة Rhizoctonia ،

و Fusarium ، و Verticillium ، لكنه غير فعال ضد كل من فطرى Pytopthora و Pythium .

جـ – الكابتان Captan : يضاف إلى مخاليط الزراعة بمعدل ٥٠٠ جم / م٣ ، ويفيد فى مكافحة فطرى Pythium ، و Fusarium ، لكن تأثيره قليل على فطر Rhizoctonia .

د – التروبان Truban: يضاف إلى مخاليط الزراعة بمعدل ٥٠ جم / م٣ ، ويفيد فى مكافحة فطرى Pythium ، و Phytopthora ، مع بعض التأثير فى كلٍ من فطرى Fusarium ، و Rhizoctonia (عن Hartmann & Kester ١٩٨٣) .

الفصل السادس

إنتاج شتلات الخضر

يعد استخدام الشتلات فى الزراعة إحدى طرق التكاثر الجنسى ، لأن البذور تستخدم فى إنتاج الشتلات فى غالبية المحاصيل ، إلا أن بعض الخضر تنتج شتلاتها بطرق التكاثر الخضرى ، مثال ذلك : البطاطا ، والشليك . تنتج الشتلات بزراعة البذور فى مكان خاص يعرف بالمشتل ، وبعد أن يصل نمو البادرات إلى الحجم المناسب ، فإنها تنقل إلى الحقل الدائم .

مزايا وعيوب استخدام الشتلات فى الزراعة

من أهم مزايا استخدام الشتلات فى الزراعة ما يلى :

١ – خفض نفقات الإنتاج ، نظراً لأن فترة نمو النباتات فى المشتل (والتى تتراوح عادة من ٤ – ١٠ أسابيع حسب المحصول ودرجة الحرارة السائدة) لا تشغل النباتات أثناءها إلا مساحة محدودة من الأرض ، وفى ذلك توفير فى الأرض ، والمجهود الذى يبذل فى رعاية النباتات ، مع سهولة خدمتها .

٢ – التوفير فى كمية التقاوى المستخدمة فى الزراعة ، ولذلك أهمية كبيرة بالنسبة للأصناف الهجين التى ترتفع أسعار تقاويها .

٣ – يمكن انتخاب النباتات السليمة الخالية من الإصابات المرضية لشتلها ، واستبعاد النباتات غير المرغوب فيها .

٤ - الإنتاج المبكر لخضروات الموسم الدافىء بإنتاج الشتلات فى أماكن مدفأة ، والاستفادة من الأسعار المرتفعة للمحصول المبكر .

٥ - إمكانية زراعة أكثر من محصول واحد فى نفس الحقل فى الموسم الواحد بتوفير الحقل أثناء فترة نمو الشتلات بالمشاتل .

٦ - تؤدى عملية تقليع النباتات بغرض شتلها إلى زيادة تفريع الجذور بعد الشتل ؛ وبالتالى زيادة تشعب المجموع الجذرى للنباتات المشتولة . ولا تحدث تلك الزيادة فى نمو الجذور فى النباتات التى تربى فى أوعية لا يعاد استخدامها ، مثل : الأصص الورقية ، وأصص جفى ٧ ، أو ما شابه ذلك .

لكن يُعاب على شتل الخضروات ما يلى :

١ - قد تنتقل بعض مسببات الأمراض من منطقة لأخرى مع الشتلات ، مثل نيماتودا تعقد الجذور ، وفطريات الذبول .

٢ - تتعرض الخضروات لتوقف مؤقت عن النمو عقب شتلها ، وتتوقف شدة هذا التوقف ومدته على العوامل التالية :

أ - حجم النباتات عند الشتل : فكلما ازداد حجمها ، ازداد التوقف فى النمو عند الشتل .

ب - الظروف البيئية التى تؤثر على معدل النتح قبل أن يكوِّن النبات جذوراً جديدة .

جـ - مدى الضرر الذى حدث لجذور النباتات عند تقليعها من المشتل .

د - سرعة تكوين الجذور الجديدة عقب الشتل .

هـ - معدل النمو الطبيعى للنباتات ، حيث تتعرض النباتات السريعة النمو عند الشتل لأضرار أكبر مما تتعرض لها النباتات البطيئة النمو .

تقسيم الخضر حسب قدرتها على تحمل عملية الشتل

تجدر الإشارة فى هذا المقام إلى أن جميع الخضروات يمكن شتلها وهى فى طور البادرة عقب الإنبات مباشرة ، لكن الشتل لا يتم تجارياً بهذه الطريقة ، لأنه لا يحقق المزايا المرجوة منه . كذلك يمكن شتل جميع النباتات إذا كانت نامية فى أوعية خاصة ، مثل :

الأصص الورقية ، وأصص البيت ، وأقراص جفى ، لأنها تكون محتفظة بجذورها كاملة داخل أوعية النمو ، لكن عند الحديث عن تقسيم النباتات حسب تحملها لعملية الشتل ، فإننا نعنى بذلك قدرة الشتلات - التى يتراوح عمرها عادة بين ٤ و ١٠ أسابيع ، والتى تقلع من المشاتل بدون صلايا - على تحمل عملية الشتل . وتقسم النباتات تبعاً لذلك إلى ٣ مجاميع كما يلى :

١ - نباتات تتحمل الشتل ، مثل : الطماطم ، والخس ، والكرنب ، والقنبيط ، والبروكولى ، وكرنب بروكسل ، والبصل .

٢ - نباتات تحتاج إلى عناية خاصة عند شتلها ، لأنها أقل تحملاً لعملية الشتل ، مثل: الباذنجان ، والفلفل ، والكرفس .

٣ - نباتات لا تتحمل الشتل ، مثل : البقوليات ، والقرعيات ، والذرة السكرية .

وتجدر الإشارة إلى أنه يوجد من الخضر ما يتحمل الشتل بصورة جيدة ، لكنها لا تشتل أبداً فى الزراعة التجارية ، مثال ذلك : البنجر ، والجزر ، ومنها ما لا يتحمل الشتل ، لكنها تشتل بعد إنتاج بادراتها فى أوعية خاصة ، مثل القرعيات .

وترتبط قدرة النباتات على تحمل الشتل بالعوامل التالية :

١ - حجم النمو الخضرى ، حيث يكون النمو الخضرى كبيراً - بصورة عامة - فى النباتات التى لا تتحمل الشتل .

٢ - سرعة تكوين جذور جديدة بعد الشتل ، ويرتبط هذا العامل بكل من :

أ - كمية الغذاء المخزن فى النبات ، وهو الذى يستخدم فى بناء أنسجة الجذور الجديدة.

ب - عمر النبات ، حيث يقل معدل تكوين الجذور الجديدة مع تقدم النبات فى العمر .

٣ - سرعة ترسيب السيوبرين suberin ، والكيوتين cutin فى جدر خلايا البشرة الداخلية (الإندوديرمز) والقشرة ، لأن هذا الترسيب يؤدى إلى تقليل امتصاص الماء .

وترتبط سرعة ترسيب السيوبرين سلبيا بقدرة النباتات على تحمل عملية الشتل ، فبينما

حدث الترسيب فى أجزاء الجذور التى عمرها ٣ أيام فقط فى الفاصوليا ، لم يحدث فى جذور نباتات الطماطم والكرنب إلا بعد أن وصل عمر الجذور إلى ٥ - ٦ أسابيع ، ولذلك تأثيره الكبير فى قدرة الجذور على امتصاص الماء . ففى حالة الفاصوليا حدث الترسيب فى أجزاء الجذور التى عمرها ٣ أيام وهى مازالت نشطة فى الامتصاص ، أى فى منطقة الشعيرات الجذرية ، أما فى الطماطم والكرنب ، فإن أجزاء الجذور التى أصبح عمرها ٥ - ٦ أسابيع كانت بطبيعتها غير قادرة على امتصاص الماء ، لأن منطقة الشعيرات الجذرية كانت قد انتقلت بعيداً عنها ، أى إن الترسيب لم يكن مؤثراً فى امتصاص الرطوبة (Loomis ١٩٢٥) .

إعداد وزراعة المراقد الحقلية

تناسب الأراضى الطميية الرملية - أو الخفيفة عموماً - إنتاج شتلات الخضر ، ويشترط فيها أن تكون خالية من مسببات الأمراض ، ومن الأملاح الضارة ، والحشائش . ويلزم تسميد أرض المشتل جيداً بالسماد البلدى القديم التام التحلل بمعدل ٢٠ م٣ للفدان (أو نحو ٧ م٣ للفدان من سماد زرق الدواجن) ، والأسمدة الكيميائية بمعدل : ٢٠ كجم نيتروجيناً ، و ٥٤ كجم خامس أوكسيد الفوسفور ، و ٢٠ كجم أوكسيد البوتاسيوم للفدان ، مع خلط الأسمدة بتربة المشل خلطا جيداً قبل الزراعة .

تكون زراعة المشاتل الحقلية فى أحواض مساحتها ٢ × ٢ م فى سطور تبعد عن بعضها البعض بمقدار ٢٠ سم . ويمكن الحصول على شتلات جيدة عندما تكون كثافة النباتات نحو ٣٥ نباتا / متر طولى ، ولكن جرت العادة على زراعة نحو ٣٠٠ - ٤٠٠ بذرة / متر طولى ، ثم الخف على نحو ٢٠٠ نبات بعد الإنبات .

وتفضل أحيانا زراعة البذور مبعثرة فى خطوط عرضها ٢٥ سم مع ترك مسافات مماثلة غير مزروعة بين تلك المزروعة . وقد تزرع البذور مبعثرة على قمة خطوط عرضها (من قمة الخط إلى قمة الخط التالى) ٤٥ سم ، ولكن هذه الطريقة لا ينصح بها فى الأراضى التى يرتفع فيها تركيز الأملاح .

وأياً كانت طريقة الزراعة المتبعة فإنه يلزم تجنب الزراعة الكثيفة ؛ لأنها تؤدى إلى إنتاج

شتلات طويلة ورهيفة spindly ، فضلاً على زيادة التكاليف بسبب ضرورة إجراء عملية الخف للبادرات فى هذه الحاله .

رعاية المشاتل

يجب توفير الرعاية التالية للمشاتل ، حتى يمكن الحصول على شتلات قوية النمو ، خالية من الأمراض .

١ – تجب مكافحة الأمراض والآفات جيداً من بداية الإنبات .. علما بأنه لا تجوز إنتاج الشتلات فى مراقد حقلية موبوءة بالحشائش ، أو بالنيماتودا ومسببات الأمراض كما أسلفنا . ويلزم الاهتمام بمكافحة مرض سقوط البادرات (أو الذبول الطرى) برى المشاتل بعد ٧ ، و ١٤ ، و ٢١ يوما من الزراعة بأحد المبيدات الفطرية المناسبة مثل البنليت ، والبينوميل، والكابتان بتركيز حوالى ٢٥ ,٠٪ ، مع تبادل استخدام تلك المبيدات .

كذلك تجب – فى المشاتل الحقلية – الاهتمام بوضع الطعوم السامة لحشرات الحفار ، والدودة القارضة ، والنطاط ، وهى تتكون من : أندرين ٥٠ ٪ قابل للبلل بمعدل كيلوجرام للفدان ، أو أندرين ١٩ر٥ ٪ مستحلب بمعدل ٢ر٥ لتراً للفدان ، مع ٢٥ كجم ردة (نخالة) ناعمة تخلط بنحو ٣٠ لتر ماء ، ثم يبدر المخلوط بعد رى المشتل مباشرة .

٢ – يعتبر الخف عملية ضرورية لمنع تزاحم النباتات ، وتتراوح المسافة التى تترك عادة – فى المشاتل الحقلية – بين نصف سنتيمتر على أقل تقدير إلى ٣ سم ، وهى المسافة المفضلة .

٣ – يجب توفير درجة الحرارة المناسبة لنمو شتلات خضراوات الموسم الدافىء بإنتاجها فى الصوبات ، أو تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة .

٤ – يجب عدم محاولة دفع النباتات للنمو السريع غير الطبيعى عن طريق التسميد الغزير ، أو برفع درجة الحرارة . وعلى العكس من ذلك يتم إبطاء أو وقف نمو الشتلات قبل شتلها بفترة قصيرة ، فيما يعرف بعملية الأقلمة ، التى سنتناولها بالتفصيل فى موضع آخر من هذا الفصل .

٥ – يلزم توفير التهوية الكافية للنباتات عند إنتاجها فى الصوبات ، أو تحت الأنفاق البلاستيكية . وتزداد الحاجة إلى التهوية بازدياد عمر النبات ، وبارتفاع درجة الحرارة .

٦ – تجب العناية بالرى قبل ظهور البادرات ، حتى لا تجرف البذور مع ماء الرى ، أو تتعجن التربة . ويجب تجنب جفاف مراقد البذور فى أى وقت ، أو زيادة رطوبتها إلى درجة التشبع ؛ فالرطوبة يجب أن تظل دائماً فى المجال المناسب .

ويلاحظ أن بقاء سطح التربة رطباً بصفة دائمة يشجع على الإصابة بمرض الذبول الطرى ؛ ولذا .. فإنه يلزم تنظيم الرى – بعد ظهور البادرات فوق سطح التربة – بحيث يكون غزيراً ، ثم تترك المراقد بدون رى إلى أن يبدأ ظهور أعراض الحاجة إلى الرى على النباتات ، وتزداد الحاجة إلى الرى بطبيعة الحال فى الأيام الحارة أو الصافية ، عنها فى الأيام الباردة ، أو الأيام الملبدة بالغيوم . ويحسن عدم رى المشاتل فى الأيام الملبدة بالغيوم إلا عند الضرورة .

ويفضل رى المشاتل فى الصباح ، لأن الرى وقت الظهيرة يزيد من فرصة الإصابة بلفحة الشمس ، وفى حالة الرى فى المساء ربما لا تجف النباتات قبل حلول الليل ، كما أن الرى يعمل على خفض درجة حرارة أرض مرقد البذور . ومن مزايا الرى المبكر إعطاء الفرصة لأن ترتفع درجة حرارة أرض المرقد بفعل حرارة وسط النهار ، وقبل أن يحل المساء . هذا . ويلزم رى المراقد الحقلية رية غزيرة قبل إجراء عملية الشتل ؛ ليمكن تقليع الشتلات بأكبر جزء من جذورها .

٧ – التسميد :

تسمد المراقد أثناء إعدادها للزراعة ، وتضاف الأسمدة إلى مخاليط الزراعة كما سبق بيانه . ويمكن – عند الحاجة – إضافة مزيد من الأسمدة بعد الإنبات نثراً ، أو مع ماء الرى . كما يجب رش المشاتل – بعد الإنبات بنحو أسبوعين – بسماد ورقى كامل، وتكرار الرش بعد ثلاثة أسابيع أخرى إذا استمرت النباتات فى المشتل .

أقلمة الشتلات

يلزم إجراء عملية الأقلمة ، أو التقسية Hardening قبل الشتل بنحو ٧ – ١٠ أيام

(حسب فترة بقاء النباتات فى المشتل) ، وهى عملية يُراد منها تهيئة الشتلات لتحمل الظروف البيئية غير المناسبة بعد الشتل ، كدرجات الحرارة المرتفعة ، أو المنخفضة ، أو الرياح الجافة ، أو نقص الرطوبة الأرضية .

وبالنسبة لنباتات الجو البارد التى تتحمل البرودة بطبيعتها ، فإن الأقلمة تجعلها أكثر تحملاً للبرودة ، وبمعدل يتناسب مع مقدار النقص فى نموها نتيجة لعملية الأقلمة . أما بالنسبة لنباتات الموسم الدافىء ، فإنها لا تكتسب سوى قدر ضئيل من التأقلم ضد البرودة. ولكن كلا النوعين من النباتات يختزن فى أنسجة المواد الكربوهيدراتية التى تساعده على تكوين جذور جديدة بعد الشتل .

طرق الأقلمة

تعتمد كل طرق الأقلمة على تعريض النباتات لظروف تؤدى إلى تقليل معدل النمو الخضرى ، وزيادة المخزون النباتى من المواد الكربوهيدراتية . وتختلف طرق الأقلمة التى يمكن اتباعها حسب نوع المشتل والوسائل المتبعة لحماية الشتلات فيه . ويمكن إجمال أنواع المشاتل فيما يلى :

١ - المشاتل الحقلية المكشوفة .

٢ - المشاتل الحقلية المظللة .

٣ - المشاتل المحمية فى الصوبات .

٤ - مشاتل الأنفاق البلاستيكية المنخفضة .

ويستخدم مع كل نوع من المشاتل ما يناسبه من طرق الأقلمة التالية :

١ - تقليل مياه الرى :

يتم ذلك بصورة تدريجية بتقليل الكمية التى تعطى فى الرية الواحدة ، مع زيادة الفترة بين الريات ، لكن يجب ألا تترك النباتات دون رى إلى أن تذبل وتجف .

٢ - تعريض النباتات لدرجات حرارة منخفضة :

يتم ذلك أيضاً بصورة تدريجية ، فتعرض النباتات لدرجات حرارة أقل من الدرجة المثلى

للنمو . وتجدر ملاحظة أن النباتات تفقد فى اليوم الدافىء ما تكون قد اكتسبته من أقلمة فى يوم بارد . كما يجب عدم تعريض النباتات لدرجات حرارة شديدة الانخفاض ، أو تعريضها للحرارة المنخفضة لمدة طويلة حتى لا تتعرض نباتات الموسم الدافىء لأضرار البرودة . وتخفض الحرارة بتقليل التدفئة مع زيادة التهوية فى الصوبات وتحت الأنفاق المنخفضة .

٣ - فى المراقد الحقلية المكشوفة يصعب التحكم فى الرطوبة الأرضية فى المواسم المطرة . ويمكن فى هذه الحالات تقليل امتصاص النباتات للرطوبة برفعها قليلا بشوكة ، أو بتقطيع جذورها من الجانبين بإمرار نصل حاد فى التربة على بعد نحو ٣ سم من النبات . ويحسن تقطيع الجذور من أحد الجانبين أولا ، ثم بعد ٣ أيام من الجانب الآخر .

٤ - تجرى الأقلمة فى حالة المراقد الحقلية المظللة بتعريض النباتات لضوء الشمس المباشر بصورة تدريجية برفع شباك التظليل ، وزيادة المساحة غير المظللة من المشتل .

يجب أن تجرى جميع طرق الأقلمة بصورة تدريجية ، وإلا انتفى الغرض منها ، وهو عدم تعريض البادرات الرهيفة لتغير مفاجىء يقضى عليها .

هذا .. ويجب ألا تزيد فترة الأقلمة على ٧ - ١٠ أيام ، نظراً لأن زيادتها على ذلك تجعل النباتات بطيئة فى استعادة نموها الطبيعى بعد الشتل . وفى حالة الطماطم .. تؤدى المغالاة فى الأقلمة إلى تقليل المحصول المبكر . وعموما .. يفضل أن يظل معدل النمو معتدلاً طوال فترة إنتاج الشتلة عن جعله سريعاً فى البداية ، ثم إيقاف النمو فجأة بمعاملات أقلمة شديدة .

وتتبع طرق الأقلمة أيضاً عند الرغبة فى وقف نمو الشتلات لأى سبب كان ، كأن تكون قد كبرت فى الحجم ، وأصبحت صالحة للشتل قبل أن يعد الحقل للزراعة ، أو كأن يكون الجو لايزال بارداً خارج البيوت المحمية إلى درجة لا يمكن معها شتل النباتات .

التأثير الفسيولوجى لعملية الأقلمة

تؤدى عملية الأقلمة إلى نقص معدل نمو النباتات ، وزيادة سمك طبقة الأديم على بشرة الأوراق ، وزيادة مخزون النبات من السكريات والمادة الجافة . وتفيد هذه التغيرات فى خفض معدل النتح فى النباتات المؤقلمة . عنه فى النباتات غير المؤقلمة . ويساعد ذلك على تحمل

النباتات لعملية الشتل ، نظراً لأن قدرتها على امتصاص الرطوبة الأرضية تكون منخفضة بعد الشتل بقليل . كما أن تراكم المواد الكربوهيدراتية – وخاصة السكريات – فى النباتات يجعلها أكثر قدرة على تحمل عملية الشتل ، لأن هذه المواد تستخدم فى تكوين الجذور الجديدة التى يحتاج إليها النبات بعد الشتل .

كذلك تؤدى عملية الأقلمة إلى زيادة نسبة الغرويات المحبة للماء فى النبات ، ونقص نسبة الماء الحر القابل للتجمد ، وهى تغيرات من شأنها زيادة قدرة نباتات الموسم البارد – كالكرنب – على تحمل الصقيع ، إذ إن النباتات المؤقلمة تكون أكثر مقاومة لكل من البلزمة plasmolysis ، وسرعة العودة إلى الحالة الطبيعية deplasmolysis ؛ الأمر الذى يجعل بروتوبلازم خلاياها أقل تعرضاً للضرر الذى يحدث عادة عند الصقيع .

هذا .. ولا يدوم تأثير الأقلمة بعد الشتل أكثر من المدة التى تستغرقها عملية الأقلمة ، كما تحدث التغيرات أثناء الأقلمة ، وتعود النباتات إلى حالتها الطبيعية بعد الشتل بصورة تدريجية (Rosa ١٩٢١ ، و Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

مواصفات الشتلة الجيدة

تكون الشتلة جيدة عندما تصل إلى الحجم المناسب ، ويتوقف ذلك على المحصول . عموماً .. يجب أن يكون النمو الجذرى جيداً ومتشعباً ، وأن يتراوح طول النمو الخضرى من ١٠ – ١٥ سم ، وألا تكون ساق البادرة عصيرية أو متخشبة ، بل وسطاً بين ذلك . ويفضل أن تكون الأوراق جيدة النمو وذات لون أخضر قاتم ، بالإضافة إلى ضرورة خلو الشتلة من الآفات .

وقد تؤدى عملية الأقلمة إلى اصفرار الأوراق السفلى بالشتلة . وقد تتلون عروق الورقة أو ساق النبات بلون أخضر مشوب بالأحمر أو القرمزى ، لكن هذه الأعراض سريعاً ما تزول ، وتستعيد النباتات نموها الطبيعى عقب الشتل .

وتتوقف الفترة اللازمة لوصول النبات إلى الحجم المناسب للشتل على المحصول ودرجة الحرارة السائدة ، فتطول فترة بقاء النبات فى المشتل فى الجو البارد ، وتتراوح عموماً من :

٢ – ٣ أسابيع فى القرعيات .

٤ – ٦ أسابيع فى الصليبيات .

٤ – ٨ أسابيع فى الباذنجانيات الثمرية .

٨ – ١٢ أسبوعا فى البصل والكرفس .

٤٠ – ٤٥ أسبوعا فى الهليون .

وتبين الدراسات التى أجريت على الطماطم أنه – عند توفر الظروف المثلى لنمو النباتات – فإن أفضل الشتلات هى التى يتراوح عمرها من ٤ – ٦ أسابيع (Weston & Zandstra ١٩٨٩ ، و Leskovar وآخرون ١٩٩١) .

وعندما تكون الشتلة طويلة ورهيفة وضعيفة ، أو متقزمة ، أو متخشبة ، أو ذات نمو جذرى ضعيف ، أو مصابة بالأمراض ، فإنه لا يجوز استخدامها فى الزراعة ، لأن النتيجة المؤكدة لذلك هى ضعف المحصول ، وفشل الزراعة . وفيما يلى شرح للعوامل التى تؤدى إلى ظهور أى من الحالات السابقة الذكر ، ليمكن تجنبها أو معالجة الأمر إذا استدعى الحال استخدامها فى الزراعة .

أولاً الشتلات الطويلة الرهيفة

تؤدى أى من العوامل التالية – منفردة أو مجتمعة – إلى أن تصبح البادرات طويلة ورهيفة (leggy) .

١ – تزاحم البادرات فى المشتل .

٢ – زيادة الرطوبة الأرضية لفترة طويلة .

٣ – عندما يميل الطقس إلى الحرارة المرتفعة مع زيادة الرطوبة الأرضية .

٤ – انخفاض شدة الإضاءة أو التظليل .

٥ – بقاء النباتات فى المشتل لمدة أطول مما ينبغى .

تكون هذه النباتات رهيفة وعصيرية ، وذات سلاميات طويلة بشكل غير طبيعى ، ويقل فيها الكلوروفيل ، ويكون نموها الخضرى ذا لونٍ أخضر شاحب مصفر ، ويسود فيها تكوين الأنسجة البرانشيمية ، ويقل تكوين الجدر الخلوية الملجننة . كما يكثر فى مثل هذه الظروف

مرض الذبول الطرى ، حيث تهاجم الفطريات المسببة له أنسجة النباتات الضعيفة بسهولة بالقرب من مستوى سطح التربة . ولاتصلح هذه الشتلات للشتل وغالباً ماتموت ، نظراً لنقص محتواها من الغذاء المخزن الذى يحتاج إليه النبات عقب الشتل لتكوين الجذور الجديدة . وتفيد عملية الأقلمة فى تحسين وضع مثل هذه النباتات إلى حد ما (Walker ١٩٦٩ ، و Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

وجدير بالذكر أن تعريض النباتات فى المشتل لظروف قاسية ميكانيكية Mechanical Stress يساعد على التغلب على مشكلة الشتلات الطويلة الرهيفة . ونذكر فى هذا الشأن دراسات Latimer & Thomas (١٩٩١) التى أجريت فى مشتل تجارى ؛ حيث قام الباحثان بتعريض نباتات طماطم من صنف صنى Sunny وهى فى عمر أسبوعين (أى فى مرحلة اكتمال امتداد الفلقات) لأنبوبة من البولى فينيل كلورايد (PVC) تمر فوقها وملامسة لها لمدة خمسة أسابيع بمعدل ٥٠ مرة يوميا ازدادت تدريجيا لتصل إلى ٧٠ مرة يوميا خلال الأسبوعين الرابع والخامس من عمر الشتلات . أدت هذه المعاملة إلى نقص نمو النباتات وتحسين مظهرها ، فقد انخفض معدل نمو الساق بنسبة ٣٧٪ ، والأوراق بنسبة ٣١٪ مقارنة بمعاملة الشاهد ، وكانت النباتات ذات لون أخضر أكثر قتامة وأكثر قدرة على تحمل عمليات التداول من النباتات غير المعاملة .

ثانياً : الشتلات المتقزمة

يجب استبعاد الشتلات المتقزمة النمو عند الشتل . وقد يرجع التقزم إلى أحد العوامل التالية :

١ - انخفاض درجة الحرارة ، وفى هذه الحالة يكون النمو الجذرى طبيعياً ، ويظهر لون أخضر مشوب بالحمرة ، أو قرمزى بعروق الأوراق ، وعلى قاعدة ساق النبات .

٢ - الإصابة بالأمراض ، سواء بالجذور (أعفان الجذور) ، أم بقاعدة الساق (عفن الرقبة) ، أم بالنمو الخضرى .

٣ - زيادة تركيز الأملاح : وفى هذه الحالة تتحلل بعض الأنسجة الورقية وتتلون بلون أسود . وقد ترجع زيادة تركيز الأملاح إما إلى تعقيم التربة فى درجة حرارة أعلى من

٧١°م، وإما إلى زيادة التسميد . ويجب إزالة الأملاح الزائدة بالغسيل الجيد لتربة المشتل .

٤ – نقص العناصر ، وأهمها فى المشتل عنصرا الآزوت والفوسفور . يؤدى نقص الآزوت إلى تلون الأوراق – خاصة السفلية منها – بلون أصفر ، بينما يؤدى نقص الفوسفور إلى ظهور لون قرمزى بالأوراق ، خاصة على السطح السفلى ، وبالعروق والساق .

ثالثاً : الشتلات المتخشبة

يرجع تخشب الشتلات إلى التمادى فى عملية الأقلمة . يتوقف نمو هذه الشتلات لفترة أطول بعد الشتل ، ويحتاج الأمر إلى تشجيع النباتات على النمو عقب الشتل بتسميدها بالمحاليل البادئة ، وهى محاليل مخففة لبعض الأسمدة تضاف إلى جانب جذور النباتات أثناء شتلها .

رابعاً : ضعف النمو الخضرى

قد يرجع ضعف النمو الجذرى للشتلات إلى :

١ – سوء التهوية بسبب زيادة الرطوبة الأرضية ، أو رداءة الصرف .

٢ – نقص مستوى التسميد .

٣ – زيادة ملوحة التربة .

٤ – انخفاض درجة الحرارة .

٥ – تخلف مواد سامة فى تربة المشتل بعد التعقيم ، أو بعد مكافحة الحشائش بالمبيدات (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

خامسا : الإصابة بالأمراض

يعتبر مرض الذبول الطرى ، أو تساقط البادرات أهم أمراض المشاتل . فهذا المرض يقضى على النباتات وهى مازالت فى طور البادرة ، وربما لا تموت بعض البادرات ، لكنها تظل مصابة بالفطر عند قاعدة الساق . وغالباً ما تتطور الإصابة فى هذه النباتات بعد شتلها .

والعامل الرئيسى المسبب لانتشار مرض تساقط البادرات هو ارتفاع الرطوبة الأرضية

فى أرض المشتل بصفة دائمة ، خاصة عندما يصاحب ذلك ارتفاع فى درجة الحرارة . ويمكن أحيانا مشاهدة نمو أخضر طحلبى على سطح التربة فى المشاتل ، ويعتبر ذلك دليلاً أكيداً على زيادة الرطوبة ، وضعف التهوية ، ويصاحبه فى الغالب ظهور مرض تساقط البادرات .

أما آفات الجذور ، مثل ، النيماتودا ، وفطريات الذبول ، فهذه يجب تجنبها تماماً ، حتى لا تنتشر هذه الآفات من المشتل إلى الحقول بواسطة الشتلات المصابة.

الفصل السابع

الزراعة فى الحقل الدائم

عمليات إعداد الحقل للزراعة

يتطلب إعداد حقل الخضر للزراعة فى الأراضى الصحراوية إجراء العمليات الزراعية التالية :

١ - إزالة بقايا المحصول السابق

يتم التخلص من بقايا المحصول السابق إما بحراثتها فى التربة لتزيد من محتواها من المادة العضوية ، وإما بجمعها وحرقها ليتم التخلص مما تحمله من حشرات ومسببات أمراض ، ولكن الأفضل هو وضعها فى مكمورة خاصة ، ليمكن الاستفادة منها كمادة عضوية بعد أن تتحلل وبعد أن يقضى على ما قد يوجد فيها من آفات وأمراض .

٢ - الحرث

تجرى عملية الحرث بغرض تفكيك الطبقة السطحية وجعلها مهداً صالحاً لزراعة البذور ، بالإضافة إلى اقتلاع الحشائش ودفنها فى التربة ، وخلط الأسمدة العضوية المضافة بالتربة. ويكون الحرث غالبا سطحيا ؛ لأن الأراضى الرملية مفككة بطبيعتها .

٣ - التقصيب

تجرى عملية التقصيب بغرض تسوية الأرض فى حالة عدم استوائها ، وتتم بالقصابة .

ولهذه العملية أهمية كبيرة عند اتباع نظام الرى بالغمر ، وبدرجة أقل عند اتباع نظام الرى بالتنقيط ، ولكنها لا تجرى عند اتباع نظام الرى بالرش .

٤ - التبتين ، أو التقسيم إلى أحواض

تجرى هذه العملية عند الزراعة فى أحواض مع اتباع طريقة الرى بالغمر ، حيث تقسم الأرض إلى أحواض بإقامة البتون بواسطة البتانة ، وتسمى العملية بالتبتين . وتتوقف مساحة الأحواض على درجة استواء التربة ، وقوامها ، وتتراوح عادة من ٥ر١ × ٢م إلى ٣ × ٣م .

٥ - التخطيط ومسح الخطوط ، أو إقامة المصاطب ومسحها

تلزم إقامة الخطوط ، أو المصاطب - عندما تكون الزراعة عليها - لتحقيق الأهداف التالية :

أ - إحكام الرى عند اتباع نظام الرى بالغمر .

ب - إمكان تكويم التراب حول النباتات ، وتلك عملية هامة فى بعض المحاصيل ، كالدلماطم لتشجيع تكوين جذور عرضية ، ولكى تصبح النباتات فى وسط المصطبة ، وكاليطاطس لمنع وصول الضوء إلى الدرنات .

جـ - عدم تعرض الثمار لمياه الرى والتربة ، مما يؤدى إلى تلوثها ، أو تعرضها للعفن . ويفيد ذلك فى الشليك ، والطماطم ، والقرعيات .

لا تختلف المصاطب عن الخطوط إلا فى كونها أعرض لتتسع للنمو الخضرى الكبير للنباتات التى تنمو عليها . فبينما يتراوح عرض الخط من ٥٠سم ، أو أقل إلى ٨٠ أو ٩٠سم، نجد أن المصاطب يتراوح عرضها من ١٠٠ - ٢٤٠سم حسب المحصول .

تقام الخطوط أو المصاطب فى اتجاه موازٍ لطول الأرض ، ولكن الاتجاه يتوقف أساساً على موعد الزراعة . ففى الأشهر الباردة يجب أن يكون التخطيط من الشرق إلى الغرب ، والزراعة على الريشة الجنوبية لتتوفر الحرارة اللازمة لإنبات البذور . أما التخطيط من الشمال إلى الجنوب ، فإنه يتميز بتوزيع الحرارة والإضاءة بالتساوى على ريشتى الزراعة .

تقام القنوات والبتون بعد إقامة الخطوط أو المصاطب ، وتكون عمودية عليها ؛ وبذا ..

يتم تقسيم الأرض إلى أجزاء متساوية فى العرض يسمى كل منها بالشريحة أو الفردة ، وتكون محصورة بين قناة وبتن .

يلى ذلك تقسيم الأرض إلى حواويل . والحوال عبارة عن عدد من الخطوط التى تروى معاً ، والتى تتصل من أحد طرفيها بقناة الرى ، ومن الطرف الآخر بالبتن . ويسمى الخط الأخير بالرباط . وفى الأراضى الرملية يكون عدد الخطوط فى الرباط قليلاً حتى لا يفقد جزء كبير من ماء الرى .

يلى ذلك مسح إحدى ريشتى الخطوط أو المصاطب ، مع فتح قنواتها لتسهيل مرور مياه الرى ، ولتحضير مهاد جيد لزراعة البنور والشتلات (مرسى وآخرون ١٩٥٩) .

٥ - غسيل الأرض من الأملاح المتراكمة بها من المحصول السابق عند اتباع نظام الرى بالتنقيط

وتجرى هذه العملية قبل إضافة السماد العضوى ، وتتم - غالباً - باستخدام رشاشات متنقلة لهذا الغرض .

٦ - إضافة السماد العضوى

يتم ذلك بعد التقصيب ، وقبل الحرثة الأخيرة أو إقامة الخطوط . ويرطب السماد برية غزيرة قبل الزراعة بعدة أيام .

الشتل

سبق أن أوضحنا كيفية إنتاج شتلات الخضر سواء كان ذلك فى المراقد الحقلية ، أم فى أوعية نمو النباتات . وعند إجراء عملية الشتل فى الحقل الدائم تجب مراعاة الأمور التالية :

١ - تروى مراقد البنور سواء كانت مراقد حقلية ، أم أحواضاً خشبية ، أم بلاستيكية - رية خفيفة فى اليوم السابق للشتل ، وذلك لتسهيل تقليعها بأكبر جزء من المجموع الجذرى ، وبجزء من التربة أو مخلوط الزراعة حول الجذور . أما فى حالة أقراص جيفى ، فيجب ريها رية غزيرة قبل الشتل مباشرة ، كذلك تروى الشتلات النامية فى الأصص الورقية ، أو أصص البيت ، أو الشتالات ، أو مكعبات البيت رية غزيرة قبل الشتل ، لأن رى الحقل بعد

الشتل مباشرة لا يفيد كثيراً فى بل مكعبات البيت وغيرها من الأوعية المماثلة قبل عدة أيام . وقد أوضحت دراسات Cox (١٩٨٤) فى هذا المجال نقص محصول الخس والكرات أبو شوشة بشكل جوهرى فى حالة عدم رى مكعبات البيت قبل الشتل ، مع تأخير الرى بعد الشتل .

٢ – يجب دائماً شتل النباتات فى نفس يوم تقليعها . وفى خلال الفترة من التقليع حتى الشتل تجب المحافظة على الجذور رطبة ، والنموات الخضرية جافة نسبياً مع وضعها فى الظل . أما إذا استدعى الأمر ترك النباتات دون شتل حتى اليوم التالى ، فيجب لف جذورها مع بيت موس مبلل ، أو أية مادة شبيهة .

٣ – يجب أن تكون الأرض معدة جيداً ، إذ إن تثبيت النباتات جيداً فى التربة والتأكد من ملامسة حبيبات التربة لجذور النباتات يعد أمرا ضروريا لنجاح الشتل ، ولا يمكن تحقيق ذلك إذا كانت التربة غير مخدومة جيداً .

٤ – أفضل الشتلات هى – باستثناء الخس والكرفس – ما يبلغ طولها نحو ١٥سم موزعة بالتساوى بين المجموعين الجذرى والخضرى ، وما يتراوح عمرها من ٦– ١٠ أسابيع. ويمكن الاستفادة من الشتلات الأكبر حتى ٢٠سم بنجاح ، ولكن الشتلات الأطول من ذلك يصعب شتلها ، وتزداد نسبة فشلها .

والأهم من الحجم هو خلو الشتلة من الأمراض ، وقوة نموها ، وصدقها لصنفها . وعليه .. يجب التخلص من كل الشتلات التى تظهر عليها أعراض غير طبيعية قبل الشتل .

٥ – أفضل جو للشتل هو الذى يصاحبه نقص فى معدل النتح ، ويحدث ذلك عندما تكون درجة الحرارة منخفضة نسبياً ، وشدة الإضاءة منخفضة ، والهواء ساكناً ، والرطوبة النسبية مرتفعة ، أى فى الأيام الملبدة بالغيوم . كما يفضل الشتل بعد الظهيرة لإعطاء النباتات فرصة لتتعود على البيئة الجديدة خلال فترة ارتفاع الرطوبة النسبية أثناء الليل . كما يكون الشتل ناجحاً أيضا بعد المطر الخفيف مباشرة أو قبله (Ware & MaCollum ١٩٨٠) .

٦ – يجرى الشتل – يدوياً – فى الأراضى الصحراوية – حسب نظام الرى المعمول به –

كما يلى :

أ – فى حالة الرى بالغمر :

يجرى الشتل فى وجود الماء ، ويعيب ذلك عدم بقاء الشتلة فى الوضع الصحيح ، بالإضافة إلى الصعوبات الناتجة عن المرور فى الأرض وهى مبتلة ، وهدم الخطوط أو المصاطب نتيجة لذلك . والأفضل من ذلك هو رى الحقل فى اليوم السابق للشتل (أو قبل الشتل بساعات فى الأراضى العالية النفاذية) ثم إعادة ريه – أولاً بأول – بعد الشتل مباشرة . ويتم الشتل فى هذه الحالة بعمل حفرة لكل نبات عند حد الماء ، توضع فيه الشتلة ويثبت حولها التراب جيداً .

ب – فى حالة نظام الرى بالرش :

يروى الحقل فى اليوم السابق للشتل (أو قبل الشتل بساعات فى الأراضى العالية النفاذية) ، ثم يروى مرة أخرى بعد الشتل مباشرة . ويجب عدم تأخير الرى بعد الشتل حتى لا تذبل النباتات . ويجرى الشتل بعمل حفرة لكل نبات على المسافات المرغوبة توضع فيها الشتلة ، ويضاف إليها نحو ١٠٠ – ٢٠٠ مل من محلول سمادى مخفف (سماد بادىء Starter Fertilizer) ، ثم يثبت التراب حول الشتلة جيداً .

جـ – فى حالة نظام الرى بالتنقيط :

يروى الحقل رية غزيرة فى اليوم السابق للشتل بمعدل حوالى ١٢ – ١٦ لتراً / نقاط ، ثم يجرى الشتل بعد تشغيل نظام الرى بالتنقيط لمدة لا تقل عن نصف ساعة ؛ ليتسنى وضع الشتلة فى المكان المناسب والتأكد من عمل المنقطات ، ويستمر الرى لمدة ساعة أخرى على الأقل بعد الانتهاء من الشتل .

يجرى الشتل بعمل حفرة (جورة) لكل نبات على المسافات المرغوبة ، ولكن يفضل أن تكون مقابل المنقطات ، وأن تبعد عنها بمسافة ٧سم . يفيد هذا الإجراء فى جعل النبات بعيداً قليلاً عن المنقط ؛ فلا تتعفن جذوره بسبب كثرة الرطوبة ، وبعيداً أيضاً عن منطقة تجميع الأملاح التى تكون فى حافة الجزء المبتل من الأرض .

٧ - يمكن إجراء الشتل آليا عند اتباع نظام الرى بالرش ، ويلزم فى هذه الحالة رى الحقل فى اليوم السابق للشتل فى الأراضى العالية النفاذية . وعند الشتل تقوم الآلة بفتح خطين ، ويقوم عاملان راكبان على الآلة بإسقاط الشتلات ، ثم تقوم الآلة بإضافة محلول سمادى إلى جانب النبات ، وضم التربة حوله . ويتم تحديد مسافة الشتل آليا كذلك . ويمكن بهذه الطريقة زراعة ١٠ أفدنة يومياً ، ولا يتطلب الأمر سوى سائق جرار وعاملين معه لإسقاط الشتلات .

٨ - يجب أن يزيد عمق الشتل - سواء أكان يدوياً ، أم آلياً - بمقدار ٢ - ٣سم عن العمق الذى كانت عليه النباتات فى المشتل ، ويجب أن تبقى القمة النامية مكشوفة تماماً . كما يجب أن يكون الشتل عميقاً إلى درجة تمنع الساق من الانحناء على سطح التربة والتعرض للإصابة بلفحة الشمس أو الأضرار الناتجة من الاحتكاك بسطح التربة ، نتيجة تعرضها للهز بفعل الرياح . هذا .. بالإضافة إلى أن بعض النباتات - كالطماطم - تكون جذوراً عرضية تخرج من منطقة الساق المدفونة فى التربة .

٩ - قد تفيد إضافة أحد المركبات الجيلاتينية المحبة للماء Hydrophilic Gel إلى التربة الرملية فى مواقع الجور التى تشتل فيها النباتات فى توفير الماء لها ، وزيادة فرصة نجاح الشتل فى هذه الظروف (Henderson & Hensley ١٩٨٦) .

زراعة البذور مباشرة فى الحقل الدائم

تتوقف الطريقة التى تزرع بها البذور مباشرة فى الحقل الدائم على نظام الرى المتبع كما يلى :

أولاً : عند اتباع نظام الرى بالغمر

تزرع البذور عند اتباع نظام الرى بالغمر بإحدى الطرق التالية :

١ - الزراعة نثراً فى أحواض :

تتبع طريقة الزراعة نثراً فى أحواض فى زراعه بعض الخضر ، كالملوخية ، والسبانخ ، والجرجير ، والبقدونس ، والجزر ، حيث تنثر البذور على سطح الأحواض ، ثم تغطى بالتربة

بإمرار قطعة خشبية لمنع جرف المياه لها ، ولحمايتها من التقاط الطيور ، ولتوفير الرطوبة المناسبة حولها . ويحسن تقسيم البذور المخصصة للمساحة إلى أجزاء ، حتى لا تزيد كثافة الزراعة فى بعض الأحواض ، وتقل عن اللازم فى أحواض أخرى .

٢ - الزراعة سراً فى سطور :

قد يكون ذلك فى سطور بالأحواض ، أو على جانبى الخطوط ، أو على جانب واحد . يتم عمل مجار رفيعة بسن الفأس ، أو بوتد تُسَرُّ فيها البذور على الأبعاد المطلوبة ، ثم تغطى بالتراب . وتفضل هذه الطريقة عن الزراعة نثراً فى الأحواض لسهولة خدمة النباتات ، وكذلك تفضل عن الزراعة فى جور على الخطوط ، لأن النباتات تكون أكثر انتظاماً فى توزيعها ، ولكن يصعب إجراء العزيق بين النباتات فى هذه الحالة .

٣ - الزراعة فى جور (حفر) :

قد تكون الجور فى الأحواض ، كما هو متبع عند زراعة الفول فى الأراضى الملحية ، ولكن الأغلب أن تكون الجور على جانب أو جانبى الخطوط أو المصاطب . ويتم عمل الجور بالوتد أو المنقرة على العمق والأبعاد المطلوبة ، على أن تكون عند حد الماء مباشرة . وفى الأراضى الملحية يجب أن تكون الزراعة فى الثلث السفلى من الخط ، لأن الأملاح تتزهر فى قمة الخط . ويزرع عادة بكل جورة من ٣ - ٤ بذور .

ثانياً : عند اتباع نظام الرى بالرش

تزرع البذور - فى حالة الرى بالرش - بأى من الطرق السابقة ، فى الأرض المستوية مباشرة ، فتكون الزراعة نثراً ، أو سراً فى سطور ، أو فى جور على الأبعاد المرغوبة . ونظراً لأن مياه الرى بالرش تصل إلى النباتات أياً كان مكانها فى الحقل ؛ لذا .. فإنه لا تقام أية أحواض أو خطوط لتنظيم الرى كما فى نظام الرى بالغمر .

ويفضل - عند اتباع نظام الرى بالرش - زراعة البذور آلياً باستخدام البذارات seeders ، أو seed drills ، حيث تقوم الآلة بفتح خندقين لوضع السماد الكيميائى فى المكان المناسب ، ويكون ذلك عادة على بعد ٥ سم على جانبى البذور ، ونحو ٥سم لأسفل ، ثم تقوم الآلة بإضافة السماد بالكمية المطلوبة ، وفى نفس الوقت تتم تهيئة مرقد البذور

وتسويته بالارتفاع المطلوب ، وتزرع فيه البذور بالكميات المطلوبة ، وعلى المسافات والعمق المطلوبين . وفى النهاية تقوم الآلة بضغط التربة جيدا حول البذور ، تلافياً لانتقالها من مكانها عقب الرى.

هذا .. ويمكن أيضاً زراعة البذور آلياً عند اتباع نظام الرى بالغمر عبر قنوات الخطوط أو المصاطب ، ولكن يلزم فى هذه الحالة إقامة الخطوط آليا كذلك قبل الزراعة ، ليتسنى وضع البذور فى سطور منتظمة على تلك الخطوط أو المصاطب . وبينما لا توجد تلك المشكلة عند اتباع نظام الرى بالرش ، فإن الزراعة الآلية تفيد - مع هذا النظام - فى تنظيم الزراعة فى خطوط مستقيمة عبر حقل مفتوح وغير مقسم إلى شرائح .

ثالثاً : عند اتباع نظام الرى بالتنقيط

تجرى الزراعة بالبذور - فى حالة الرى بالتنقيط - بإحدى طريقتين ، كما يلى :

١ - سراً على جانبى خط التنقيط ، أو على جانب واحد منه ، وعلى مسافة نحو ٧سم من خرطوم الرى .

٢ - فى جور مقابل النقاطات كما فى طريقة الشتل :

وأياً كانت طريقة الزراعة .. فإنه يجب تغطية البذور جيداً لضمان ملامستها للتربة . ويتراوح عمق الزراعة عادة من ١,٥ - ٢سم بالنسبة للبذور الصغيرة الحجم ، إلى ٣ - ٤سم بالنسبة للبذور الكبيرة الحجم كالبسلة والفاصوليا والقرعيات . ويراعى أن تكون الزراعة عميقة فى حالة البذور البطيئة الإنبات ، وفى الجو الحار .

طرق التحكم فى كثافة الزراعة

يتم التحكم فى كثافة الزراعة إما بوسائل تقليدية ، وإما بوسائل غير تقليدية ، كما يلى:

الوسائل التقليدية للتحكم فى كثافة الزراعة

من هذه الوسائل ما يلى :

١ - التحكم فى كمية التقاوى التى تزرع بها المساحة المطلوب زراعتها ، على أن يؤخذ

فى الحسبان النقص المتوقع فى نسبة الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة ، وفى الأراضى الملحية ، والجيرية ، وغير ذلك من الظروف البيئية غير المناسبة .

٢ – الخف :

يؤدى الخف Thinning إلى منع تزاحم النباتات ، وبالتالى يحصل كل نبات على الحيز المناسب للنمو ، ويعطى محصولاً جيداً .

وأنسب وقت لإجراء عملية الخف هو بعد زوال أى خطر محتمل قد تتعرض له النباتات من جراء التقلبات الجوية ، أو الإصابات الحشرية . كما يجب عدم تأخيره أكثر من اللازم ، تجنباً لتزاحم النباتات . وتجرى عملية الخف عادة بعد ظهور أول ورقتين حقيقتين ، كما أنها قد تجرى على دفعتين ، ويترك فى المرة الأولى نباتان فى الجورة .

وتجرى عملية الخف بإزالة النباتات الضعيفة النمو والشاذة ، ويُبقى على النباتات القوية السليمة الخالية من الإصابات المرضية والحشرية .

ويحسن أن تُزال النباتات غير المرغوبة بقرطها من فوق سطح التربة ، حتى لا تتخلخل التربة حول النباتات المتبقية . كما يحسن رى الحقل عقب الخف .

ونظراً لأن عملية الخف تكون مكلفة ، فإن الاتجاه هو نحو زراعة القدر المناسب من بذور عالية الحيوية على المسافات المرغوبة ، مع الاستغناء عن عملية الخف كلية .

٣ – الترقيع :

تجرى عملية الترقيع بغرض إعادة زراعة الجور الغائبة ، أى التى فشلت فى الإنبات ، أو التى ماتت فيها الشتلات . وتزداد نسبة الغياب عندما تكون الرطوبة الأرضية غير ملائمة للإنبات ، أو عند ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة كثيراً عن المجال الملائم لإنبات بذور المحصول المزروع ، أو فى حالات الإصابات المرضية أو الحشرية ، كذلك قد يعود الغياب إلى نقص نسبة الإنبات فى التقاوى المستخدمة فى الزراعة .

ويجب أن تجرى عملية الترقيع بعد مرور فترة كافية للإنبات الجيد حسب المحصول ودرجة الحرارة وطريقة الزراعة ، كما يجب عدم تأخير الترقيع ، حتى تكون النباتات

متجانسة فى النمو فى كل الحقل .

الوسائل غير التقليدية للتحكم فى كثافة الزراعة

من هذه الوسائل ما يلى :

١ - استخدام البذور المغلفة فى الزراعة

الغرض الأساسى من عملية التغليف هو تنظيم حجم البذور بغرض التحكم فى مسافات الزراعة ، سواء أكانت الزراعة يدوية ، أم آلية . تغلف البذور بمواد خاملة بحيث تكبر قليلاً فى الحجم ويسهل تداولها منفردة .

ومن أهم مزايا تغليف البذور ما يلى :

أ - زيادة حجم البذور ، بحيث يمكن التحكم فيها وزراعتها على الأبعاد المرغوبة ، كما لو كانت بذور كبيرة الحجم .

ب - التوفير فى ثمن التقاوى فى حالة البذور الهجين المرتفعة الثمن .

جـ - الاستغناء عن عملية الخف .

د - تجانس النمو .

هـ - الاستغناء عن عملية التفريد المبكر pricking off المكلفة بزراعة البذور المفردة على الأبعاد المرغوبة مباشرة . وكان الاتجاه السائد قديماً عند انتاج الشتلات هو زراعة البذور كثيفة ، ثم تفريدها على المسافات المرغوبة - فى الأحواض الخشبية أو البلاستيكية - فى بداية مرحلة ظهور الورقة الحقيقية الأولى .

و - يمكن إضافة بعض المواد إلى أغلفة البذور ، كالمبيدات الحشرية والفطرية ، أو بعض العناصر السمادية ، أو منظمات النمو .

وقد استخدمت البذور المغلفة بنجاح فى كل من : الطماطم ، والفلفل ، والكرنب ، والقنبيط ، والخس ، والجزر ، والكرفس ، والبقدونس ، والبنجر ، والهندباء ، والبصل . وفى الولايات المتحدة .. تستخدم البذور المغلفة فى زراعة نحو ٤٠٠ ألف فدان من الخس (عن Kaufman ١٩٩١) .

ولكن استخدام البذور المغلفة فى الزراعة يعيبها ما يلى :

أ - تحتاج البذور المغلفة إلى قدر أكبر من الرطوبة الأرضية للإنبات بغرض إذابة الأغلفة . وقد يؤدى نقص الرطوبة الأرضية إلى تأخير الإنبات أو عدم انتظامه .

ب - يتأخر الإنبات لمدة يوم إلى يومين .

جـ - تزداد تكاليف التقاوى .

د - يزداد وزن وحجم البذور ؛ فتزيد بذلك مصاريف تعبئتها ونقلها (Purdy وآخرون ١٩٦١) .

تتم عملية تغليف البذور بإحاطتها بطبقة من المواد الخاملة ، مثل : الـ fly ash ، أو field spar ، أو celite ، أو betonite ، أو vermiculite . ومعظم هذه المواد عبارة عن مواد متعادلة غير عضوية ، يتراوح فيها الـ pH من ٦ر٥ - ٧ر٠ ، ويضاف إلى المواد الخاملة بلاستيك قابل للذوبان فى الماء ؛ ليجعلها قابلة للالتصاق (Crocker & Barton ١٩٥٣) .

يؤدى التغليف إلى زيادة حجم ووزن البذرة الواحدة (جدول ٧ - ١) ، لكنها تظل محتفظة بشكلها العادى ، إما كروية ، وإما بيضاوية ، وإما مستطيلة ، لأن محاولة جعل البذور البيضاوية أو المستطيلة كروية الشكل يعنى زيادة حجمها بدرجة كبيرة .

جدول (٧ - ١) : وزن وحجم بذور عدد من الخضروات بعد التغليف

المحصول	قطر البذرة المغلفة	عدد أضعاف الزيادة فى الوزن	وزن ١٠٠٠ بذرة مغلفة (جم)
الهندباء	٣ - ٥ر٣	١٥ - ٢٠	٢٥ - ٤٠
الخيار	٦ - ٨	١٠ - ١٤	٣٠٠ - ٥٠٠
القنبيط	٣ - ٥ر٣	٨ - ١٢	٢٥ - ٤٠
الشيكوريا	٣ - ٥ر٣	١٥ - ٢٠	٢٥ - ٤٠
كرنب أبو ركبة	٣ - ٥ر٣	١٠ - ١٢	٢٥ - ٤٠
الفلفل	٥ر٤ - ٥ر٥	٩ - ١٢	٦٠ - ١٠٠
الكرات	٣ - ٥ر٣	٩ - ١١	٢٥ - ٤٠
الفجل	٣ - ٥ر٣	٣ - ٤	٢٥ - ٤٠
الخس	٣ - ٥ر٣	٢٥ - ٣٠	٢٥ - ٤٠
الطماطم	٥ر٣ - ٤	١٠ - ١٢	٥٠ - ٦٠
البصل	٣ - ٥ر٣	٨ - ١٦	٢٥ - ٤٠
الجزر	٣ - ٥ر٣	٣٠ - ٣٥	٢٥ - ٤٠

٢ - زراعة البذور بطريقة الـ Plug Mix

تتلخص الزراعة بطريقة الـ plug mix بخلط البذور المراد زراعتها جيداً مع مخلوط مبلل من السماد العضوى الصناعى (الكومبوست) ، والبيت ، والفيرميكيوليت ، والبرليت ، والجير ، والأسمدة ، والمبيدات الفطرية ، ثم تؤخذ منه كميات بحجم ٢٥ - ٥٠ سم^{٣} تسمى plugs ، وتوضع فى التربة على الأبعاد المرغوبة . وتحتوى كل كمية من المخلوط (plug) على عدد معين من البذور ، وبذلك ينمو عدد من البادرات معاً فى كل جورة .

تتبع هذه الطريقة بنجاح مع الطماطم . ويفضل فى حالة الزراعة فى الجو البارد استنبات البذور أولا ، حتى يبرز الجذير قبل خلطها مع خلطة الزراعة ، لأن الطماطم يمكنها النمو فى درجات حرارة أقل من تلك التى تلزم للإنبات .

٣ - زراعة البذور آلياً على مسافات محددة

توجد أنواع مختلفة من الآلات لزراعة البذور على مسافات محددة ، منها ما يستخدم فيه حزام belt ، أو قرص plate متحرك وبه ثقوب تسمح بمرور البذور على مسافات محددة ، ومنها ما تستخدم فيه عجلة بها انخفاضات تستقر فيها البذور seed wheel ؛ لتوضع فى مكانها المطلوب بخط الزراعة مباشرة ، بالإضافة إلى أنواع أخرى . وفى جميع الحالات يتطلب نجاح زراعة البذور على مسافات محددة ما يلى :

أ - أن يجهز الحقل بصورة جيدة ، فيكون مهاد الزراعة ناعماً ومسطحاً ، ليمكن التحكم فى مسافة وعمق الزراعة .

ب - أن تكون البذور ذات نسبة إنبات مرتفعة ، ومتجانسة فى الحجم ، ومنتظمة الشكل . ويحسن استخدام البذور المغلفة لضمان تجانسها فى الشكل .

جـ - مكافحة الحشائش جيداً بمبيدات الحشائش .

٤ - زراعة البذور وهى محمولة فى سوائل خاصة

عند زراعة البذور وهى محمولة فى سوائل خاصة Fluid Drilling يستعمل جيلى gel من نوع خاص قد تعلق فيه البذور وهى جافة ، ثم ترش فى التربة ، أو تستنبت أولا ، ثم

تعلق فى الجيلى وتزرع بعد ذلك .

والطريقة الثانية هى الشائعة ، لأن البذور تستنبت أولا تحت ظروف مثالية من الحرارة والضوء والتهوية ، ثم تفصل البذور النابتة (أى التى برز فيها الجذير) عن غير النابتة بواسطة تيار من الماء فى أنابيب (مواسير) مائلة ، حيث يساعد الجذير الموجود فى البذور النابتة على دفعها مع تيار الماء ، بينما تبقى البذور غير النابتة فى مكانها ، أو يكون تحركها قليلاً . يسمح ذلك بضمان الحصول على إنبات بنسبة ١٠٠ ٪ فى الحقل . ويرى Pill (١٩٩١) أن الاتجاه السائد هو نحو استخدام البذور التى عوملت بالـ priming عند الزراعة بطريقة الحمل فى السوائل .

ومن أكثر أنواع الجيلى استعمالاً النوع المسمى polyacrylic gel . ويعمل الخلط الجيد للبذور مع الجيلى واختيار الكثافة المناسبة على ضمان بقاء البذور معلقة به لحين زراعتها .

هذا .. ولا تفيد هذه الطريقة فى زراعة البذور على الأبعاد المرغوب فيها ، وإنما بالكثافة التى يتم تحديدها سلفاً .

ومن الأهمية بمكان المحافظة على رطوبة التربة بعد الزراعة ، وحتى إنبات البذور ، نظراً لأن جفاف التربة يؤدى إلى نقص كبير فى الإنبات (Gray ١٩٨١) .

هذا .. وقد تكون الظروف الجوية غير مناسبة للزراعة بعد إعداد مُعلّق البذور المستنبتة مع الجيلى . ويفضل فى هذه الحالة تخزين المعلق لحين تحسن الظروف الجوية . فقد أمكن مثلاً تخزين البذور المستنبتة من الكرنب ، والجزر ، والخس لمدة ١٥ يوماً فى درجة حرارة ١°م فى جو عادى أو مرطب . أما محاصيل الجو الدافىء ، مثل الفلفل ، والطماطم ، والذرة السكرية ، فقد أمكن تخزين معلق بذورها المستنبتة مع الجيلى لمدة ٧ – ١٤ يوما فى درجة حرارة ٦ – ١٠°م فى جو رطب . كذلك أمكن حفظ بذور الطماطم المستنبتة فى الجيلى Natrosol 250 HHR على درجة الصفر المئوى لمدة ١٢ يوماً ، دون أن يتأثر إنبات البذور بعد ذلك (Wallace & Fieldhouse ١٩٨٢) .

كذلك أمكن تخزين البذور المستنبتة فى ماء بارد مهوى ، أو فى هواء بارد رطب ، كما خزنت بذور الطماطم المستنبتة لمدة ٦٣ يوماً فى أكياس بلاستيكية تحت تفريغ ، أو تحتوى

على نيتروجين على ٧°م (Ghate & Chinnan ١٩٨٧) .

هذا .. وتتوفر حاليا البذور الـ primed لدى عديد من شركات البذور التى تقوم بحفظها فى هواء ذى رطوبة منخفضة بالقدر الذى يسمح باحتفاظ البذور (التى تكون قد باشرت المراحل الأولى للإنبات أثناء معاملة الـ priming) بحيويتها ، إلا أن تلك الرطوبة . لا تكون كافية لبزوغ الجذير من البذرة (عن Pill ١٩٩١) .

وتحقق زراعة البذور - وهى محمولة فى سوائل خاصة - المزايا التالية :

أ - تستنبت البذور أولا تحت ظروف مثالية للإنبات ؛ الأمر الذى يضمن إنباتها ، كما يضمن عدم دخول البذور فى طور سكون ثانوى ، كما يحدث مثلاً عند زراعة بذور الخس فى درجات الحرارة المرتفعة .

ب - سرعة وتجانس ظهور البادرات على سطح التربة ، لأن استنبات البذور قبل الزراعة يقصر الفترة اللازمة للإنبات ؛ فتقل بالتالى فرصة حدوث الأضرار للبادرات من جراء الإصابة بالأمراض والحشرات ، أو التعرض لظروف بيئية غير مناسبة . ويترتب على ذلك زيادة المحصول المبكر والكلى ، وزيادة تجانس النضج . فمثلا .. ازداد المحصول بمقدار ٢٢ ٪ فى الجزر ، و ٣٦ ٪ فى الكرفس ، و ١٠٧٪ فى البقدونس ، و ١٢ ٪ فى الطماطم .

جـ - يمكن استعمال الجيلى كحامل للعناصر الغذائية ومنظمات النمو والمبيدات ؛ الأمر الذى يزيد من توفير الحماية للبادرات فى مراحل نموها الأولى . ومن الأمثلة الناجحة فى هذا الشأن ما يلى :

(١) زيادة معدل تكوين العقد الجذرية على جذور البقوليات بإضافة البكتيريا الخاصة بذلك إلى الجيلى مع البذور المستنبتة .

(٢) مكافحة مرض العفن الأبيض فى البصل بكفاءة بإضافة المبيد إبروداليون iprodione للجيلى مع البذور المستنبتة .

(٣) زيادة معدل نمو الخس ، بإضافة التحضير التجارى سايتكس Cytex (الذى يحتوى على سيتوكينين) للجيلى قبل الزراعة بمعدل ١٣ مل من السايتكس لكل لتر من الجيلى ، وهى

ربع الكمية التى تستخدم عادة رشاً على النباتات (Gray ١٩٨١) .

(٤) أمكن إدخال عدد من منظمات النمو فى نباتات الطماطم أثناء مرحلة الإنبات ، وهى باكلوبوترازول paclobutrazol (وهو مثبط للنمو يزيد من نسبة الجنور إلى الأوراق ، وأفاد مع التفاح فى تجنب مشكلة النقص الرطوبى فى النباتات بعد الشتل) ، وداميتوزايد da-minozide (وهو مثبط النمو المعروف باسم الألار أو SADH) وجليوفوسيت glyphosate والأوكسين 2, 4 - D الذى استخدم فى نباتات أخرى للمساعدة على التجذير (Pombo وآخرون ١٩٨٥) .

(٥) أدت إضافة كميات صغيرة من الفوسفور إلى الجيلى الذى تُحمل فيه البذور إلى زيادة وزن بادرات الجزر ، والخس ، والبصل ، والطماطم حتى فى الأراضى التى سمدت بالمعدلات العادية من النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم .

(٦) أفادت إضافة الفحم Activated Charcoal إلى الجيلى الذى تحمل فيه بذور الخس فى حمايته بادراته من مبيدات الحشائش (عن Pill ١٩٩١) .

د - أمكن زراعة الذرة السكرية وهى محمولة فى الجيلى مبكرة فى الأراضى الباردة ، والحصول على عائد اقتصادى مجز ، خاصة من الأصناف العالية الحلاوة Super Sweet، التى تزيد فيها حدة مشكلة إنبات البذور فى الجو البارد . وأجرى ذلك بنقع البذور لمدة ٢٤ ساعة فى محلول للجيلى التجارى Terra - Sorb ، وهى مادة مصنعة من الأكريليك تحتوى على بوتاسيوم ، ويمكنها امتصاص نحو ٥٠٠ ضعف وزنها من الماء (Sabota وآخرون ١٩٨٧) .

اختيار الموعد المناسب للزراعة

العوامل المؤثرة فى اختيار الموعد المناسب للزراعة

يتأثر اختيار الموعد المناسب للزراعة فى منطقة ما بعديد من العوامل ، نوجزها فيمايلى:

١ - المحصول المراد زراعته : فلكل محصول ظروفه البيئية الخاصة التى تلائم نموه وتطوره .

٢ – الصنف : فالأصناف قد تختلف فى مدى تأثرها بالعوامل البيئية . فمثلا .. تختلف أصناف البصل فى احتياجاتها من الفترة الضوئية لتكوين الأبصال . وتختلف أصناف الكرنب فى احتياجاتها من الحرارة المنخفضة حتى تتهيأ للإزهار ، وكذلك تختلف أصناف السبانخ فى سرعة استجابتها للنهار الطويل عند إزهارها .

٣ – الظروف البيئية السائدة فى منطقة الإنتاج ، خاصة درجات الحرارة ، وطول الفترة الضوئية ، إلا أن الرياح الجافة ، والعواصف الرملية ، وموسم الأمطار تتدخل أيضاً فى اختيار الموعد المناسب للزراعة . فلا تجب مثلاً زراعة الطماطم فى المواعيد التى يحدث فيها الإزهار فى أوقات تشتد فيها الحرارة أو البرودة ؛ لأنها لا تعقد ثمارها تحت هذه الظروف . كما أن ثمار الفلفل لا تعقد فى المواسم التى تشتد فيها الرياح الحارة الجافة .

٤ – طبيعة التربة فى منطقة الإنتاج : فالأراضى الرملية والخفيفة تكون أكثر دفئاً فى الشتاء وبداية الربيع ؛ مما يسمح بالزراعة المبكرة فيها ، إذا قورنت بالأراضى الثقيلة .

٥ – العامل الاقتصادى : فنجد أن المحصول يكون مرتفعاً والأسعار منخفضة فى أكثر العروات مناسبة للمحصول المزروع ، بينما يكون المحصول منخفضا والأسعار عالية فى العروات التى لا تناسب نمو المحصول . وعلى المنتج أن يوازى بين هذين العاملين – الإنتاج والأسعار – عند اختيار موعد الزراعة .

ويمكن بالتجربة والممارسة – مع الإحاطة بالعوامل السابقة – تحديد مواعيد الزراعة المناسبة لكل محصول فى كل منطقة من مناطق الإنتاج . هذا .. ويطلق على هذه المواعيد اسم عروات . فالعروة الصيفية مثلاً هى التى تزرع فى يناير وفبراير ، وتنمو النباتات خلال فصل الربيع ، وتعطى محصولها فى بداية فصل الصيف (حسن ١٩٨٨) .

الزراعات المتتابعة من نفس المحصول فى الموسم الواحد

عندما تسمح العوامل السابقة الذكر بزراعة المحصول على مدى فترة زمنية طويلة ، فإنه يكون من الأفضل تقسيم المساحة المراد زراعتها إلى مساحات أصغر تزرع فى مواعيد متتابعة ، بحيث يمكن توزيع أعباء الأعمال الحقلية للمساحة ككل على مدى فترة زمنية أطول، خاصة بالنسبة لعملية الحصاد التى تتطلب أيدى عاملة كثيرة ، وبحيث يمكن تجنب

حصاد المساحة كلها فى وقت واحد ، وما يتبع ذلك من مشاكل فى الشحن والتسويق ، مع زيادة العرض وانخفاض الأسعار .

وتشتد الحاجة إلى التخطيط لعدد من الزراعات المتتابعة من محصول ما ، خاصة عند الرغبة فى زراعة مساحة كبيرة ، مع وجود تعاقدات مع مصانع حفظ الأغذية على توريد كميات معينة من المنتج فى مواعيد محددة . فمصانع حفظ الأغذية إمكاناتها محدودة ، ولايمكنها تلقى كل المحصول المراد تصنيعة فى فترة زمنية قصيرة ، وإمكاناتها فى التخزين محدودة ، فضلاً على أن تصنيع الأغذية سريعاً بعد الحصاد يعد أفضل من تصنيعها بعد فترة من التخزين . كما أن تشغيل هذه المصانع لأطول فترة من السنة يعد أمراً حيوياً من الوجهة الاقتصادية . لذلك تتعاقد مصانع حفظ الأغذية عادة على توريد كميات معينة من محاصيل الخضر ، مثل : الطماطم ، والبسلة ، والفاصوليا ، والذرة السكرية فى مواعيد يتم الاتفاق عليها سلفاً قبل الزراعة .

وقد تبع ذلك إجراء عديد من الدراسات التى نتج منها ما سمى بنظام الوحدات الحرارية heat unit system الذى يستخدم فى التنبؤ بموعد الحصاد ؛ وبالتالى فى تحديد مواعيد الزراعات المتتابعة .

نظام الوحدات الحرارية

يستخدم نظام الوحدات الحرارية فى التنبؤ بموعد الحصاد ، وبالتالى فى توقيت مواعيد الزراعات المتتالية ، حتى لا تصبح كل المساحة جاهزه للحصاد فى وقت واحد . ويعتمد هذا النظام على أنه يلزم لكل نبات عدد معين من الوحدات الحرارية التى يجب أن يحصل عليها لإكمال نموه ، كما أن لكل مرحلة من مراحل النمو وحداتها الحرارية الخاصة اللازمة لإتمامها . ولا يتم النمو إلا بعد أن يحصل النبات على هذه الوحدات ، بغض النظر عن المدة التى تنقضى بعد الزراعة .

وتحسب الوحدات الحرارية heat units على أساس مجموع الساعات الحرارية الأعلى من درجة الأساس base temperature ، أو نقطة الصفر zero point ، وهى درجة الحرارة الدنيا لنمو المحصول ، والتى يصاحبها أقل قدر من معامل التباين Cofficient of Varia-

tion . وتقدر هذه الدرجة تجريبياً ، وهى تختلف من محصول لآخر ، ولكنها تقدر بنحو ٤٠°ف (٤ر٤°م) لخضر الجو البارد ، وبنحو ٥٠°ف (١٠°م) لخضر الجو الدافىء. ويلزم لدقة الحساب أن تحدد تجريبياً لكل محصول على حدة . فمثلاً .. وجد أن درجة حرارة الأساس للطماطم هى ٤٣°ف (١ر٦°م) (Warnock & Isaacs ١٩٦٩) .

ويحسب عدد الوحدات الحرارية ليوم ما يطرح درجة حرارة الأساس من معدل درجة الحرارة فى ذلك اليوم ، ثم يحسب مجموع الوحدات الحرارية من الزراعة حتى النضج ، ويطلق عليها الأيام الحرارية degree days ، أو الوحدات الحرارية heat units ، أو ther-mal units ويضرب الـ degree days فى ٢٤ نحصل على ما يسمى بالساعات الحرارية degree hours .

هذا .. ويقدر عدد الساعات الحرارية لكل صنف على حدة بإجراء دراسات تستمر عدة سنوات ، يحسب منها عدد الساعات اللازمة لكل مرحلة من مراحل النمو حتى الحصاد .

فمثلاً .. أجريت بولاية كاليفورنيا الأمريكية دراسة على صنف الطماطم فى إف ١٤٥ – بى – ٧٨٧٩ VF 145 - B - 7879 تضمنت ٢٤ تجربة على مدى ٣ سنوات ، واستخدمت فيها ٦°م كدرجة حرارة أساس ، وأمكن من خلالها معرفة عدد الساعات الحرارية اللازمة للوصول إلى مراحل النمو والنضج المختلفة (جدول ٧ – ٢) .

جدول (٧ – ٢) : عدد الساعات الحرارية اللازمة لوصول نباتات الطماطم من صنف VF 145 - B- 7879 إلى مراحل النمو والنضج المختلفة .

مرحلة النمو أو النضج	إجمالى عدد الساعات الحرارية اللازمة من وقت زراعة البذور
الإنبات	٩٣
بداية الإزهار	٦١٢
وصول أول الثمار إلى قطره٢ر٢سم	٩١٣
وصول أول الثمار إلى مرحلة بداية التلون	١٤٢٦
تمام تلون أول الثمار	١٥٣٣

كما وجد أن الصنف كامبل ٣٤ Campbell 34 تطلب ساعات حرارية مماثلة لتلك التى تطلبها الصنف VF 145 - B - 7879 (Warnock ١٩٧٣) .

هذا .. وبالرجوع إلى سجلات الأرصاد الجوية فى منطقة ما ، فإنه يمكن تحديد مواعيد الزراعة مع التنبؤ بمواعيد الحصاد ، لكن ذلك يتطلب سجلات دقيقة لدرجات الحرارة السائدة فى المنطقة على مدى سنوات عديدة سابقة .

وقد اقترح البعض استخدام الوحدات الحرارية مع معدل طول النهار كأساس للحساب ، بدلاً من الوحدات الحرارية وحدها . فقد وجد أن الزيادة فى خط العرض على نفس مستوى الارتفاع من مستوى سطح البحر يصاحبها نقص فى عدد الوحدات الحرارية اللازمة بسبب الزيادة فى طول النهار صيفا (Wilsie ١٩٦٢) . فمثلاً .. يفضل البعض احتساب الاحتياجات الحرارية لكل من الخس والبسلة بضرب الوحدات الحرارية المتجمعة يومياً فى طول الفترة الضوئية .

وعندما تزيد درجة الحرارة على الدرجة العظمى لنمو المحصول ، فإنه يفضل اتباع نظام السقف الحرارى Temperature Ceiling ، حيث يطرح الفرق بين الحرارة العظمى للمحصول ، والحرارة العظمى نهاراً من معدل درجة الحرارة اليومى .

وقد قام Perry وآخرون (١٩٨٦) باختبار ١٤ طريقة لحساب الوحدات الحرارية اللازمة لمحصول الخيار من الزراعة إلى الحصاد ،، ووجدوا أن أفضل طريقة كانت بجمع الفرق اليومى بين درجة الحرارة العظمى ودرجة حرارة أساس مقدارها ١٥,٥°م ، مع إجراء الحساب – عند زيادة درجة الحرارة العظمى نهاراً عن ٣٢°م – كما يلى :

الوحدات الحرارية = [٣٢ – (درجة الحرارة العظمى نهاراً – ٣٢)] – ١٥,٥

وقد صاحب اتباع هذه الطريقة معامل تباين مقداره ٣ ٪ مقارنة بمعامل تباين مقداره ١٠ ٪ عند حساب عدد الوحدات الحرارية بالطريقة العادية المباشرة ، أى بطرح ١٥ر٥°م من درجة الحرارة العظمى .

وفى غياب البيانات اللازمة عن الاحتياجات الحرارية للمحصول وسجلات الأرصاد الجوية للمنطقة ، فإنه يمكن عمل تخطيط أولى لمواعيد الزراعات المتتابعة ، وذلك بتكرار الزراعة عندما تصل نباتات الزراعة السابقة إلى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى . ويكون ذلك عادة فى غضون أسبوع من الإنبات وظهور البادرات فوق سطح التربة .

الفصل الثامن

العزيق والأغطية البلاستيكية للتربة

يشترك العزيق مع استخدام أغطية التربة فى أن كليهما من عمليات الخدمة الموجهة أساساً نحو مكافحة الحشائش ، وإن كان لكل منهما فوائد أخرى كثيرة سيأتى شرحها .

العزيق

يجرى العزيق Cultivation أساساً بهدف مكافحة الحشائش ؛ لذا .. فإنه يجب دائماً وضع ذلك الهدف فى الحسبان عند اتخاذ أى قرار بشأن العزيق .

ويعتبر أنسب وقت للعزيق هو عند بدء إنبات بذور الحشائش وظهور البادرات فوق سطح التربة ، حيث يسهل التخلص منها بالخربشة السطحية ، دون الإضرار بجذور النباتات . وفى هذا الوقت المبكر لا تكون الحشائش قد نافست النباتات النامية بعد على الماء والغذاء . ويؤدى تركها دون عزيق حتى تكبر إلى صعوبة التخلص منها بالخربشة السطحية ؛ حيث يتطلب الأمر حينئذ أن يكون العزيق عميقاً ؛ مما يؤدى إلى الإضرار بجذور النباتات المزروعة .

ويجب أن يستمر العزيق إلى أن تكبر النباتات وتصبح قادرة على منافسة الحشائش . ومن المفضل أن يتوقف العزيق بعد ذلك ، لأن استمراره قد يضر بالنباتات أكثر مما يفيدها . وينصح بإيقاف العزيق فى النصف الثانى من حياة النبات إذا كان الحقل خالياً من الحشائش فى بداية تلك المرحلة ، ويجرى حينئذ تقليع الحشائش الكبيرة باليد .

ويترقف عدد مرات العزيق على أعداد الحشائش التى تظهر من جديد بعد الرى ، أو بعد الأمطار ، أو بعد فترة من الجو المناسب للنمو .. فيجب أن يستمر العزيق ، ما دامت هناك حشائش يمكنها منافسة النباتات المزروعة ، دون التزام بجدول سابق .

يكون العزيق يدوياً بالفأس ، أو بالآلات الصغيرة التى يدفعها الإنسان أو يجرها الحيوان، أو بالمحاريث التى تجرها الجرارات .

ومن أهم فوائد العزيق فى الأراضى الصحراوية ما يلى :

١ - التخلص من الحشائش .

٢ - الترديم على النباتات لتثبيتها ، وتشجيع تكوين جذور عرضية بها ، كما فى الطماطم .

٣ - الترديم على نباتات البطاطس لتغطية الدرنات القريبة من سطح التربة ، فلا تتعرض للضوء ، ولا تتلون باللون الأخضر .

٤ - خلط الأسمدة الكيميائية بالتربة ، ووقايتها من جرف المياه لها ؛ الأمر الذى يضمن وجودها قريبة من جذور النباتات .

هذا .. ولا يجدى العزيق فى مكافحة الحشائش المعمرة مثل النجيل والسعد ، ومع المحاصيل التى تزرع كثيفة ، أو التى يتأخر إنبات بذورها كثيراً مثل الجزر . ويفضل فى هذه الحالات استخدام مبيدات الأعشاب فى مكافحة الحشائش .

الأغطية البلاستيكية للتربة

انتشر فى الماضى استخدام أغطية عضوية للتربة Organic Mulches ، مثل : القش ، والبيت موس بغرض الحد من نمو الحشائش ، والمحافظة على رطوبة التربة وتجانس درجة حرارتها خلال اليوم صيفاً وشتاً ، ومنع ملامسة الثمار السفلى للتربة وتلوثها . ويستعمل البيت موس كغطاء للتربة بسمك ٢,٥ سم خاصة فى خطوط الزراعة حول النباتات.

ونظراً لأن جميع الأغطية العضوية تتحلل تدريجياً فى التربة ؛ فإنها تؤدى إلى افتقار التربة إلى النيتروجين ؛ الأمر الذى يستدعى إضافة بعض الأسمدة الآزوتية بكميات تكفى لسد حاجة كل من : المحصول المزروع ، والكائنات الدقيقة التى تقوم بتحليل

هذه المواد العضوية .

ومنذ بداية السبعينيات بدأ استخدام الأغطية البلاستيكية للتربة Plactic Mulches يحل تدريجيا محل الأغطية العضوية التى أصبح استخدامها الآن قاصراً على الحدائق المنزلية . وتعّرف الأغطية البلاستيكية بأنها رقائق من البوليثيلين الشفاف ، أو الأسود ، أو الأبيض ، أو الملون يغطى بها سطح التربة ، وتنمو النباتات من خلال ثقوب يتم عملها فيها فى مواقع الجور (شكل ٨ – ١) .

شكل (٨ – ١) : الأغطية البلاستيكية للتربة فى حقول الباذنجان .

مزايا استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة

يحقق استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة المزايا التالية :

١ – التقليل من تبخر الماء من سطح التربة ، وزيادة استفادة النباتات من ماء الرى ، ولكن يقابل ذلك زيادة فى النتح ، نتيجة لزيادة النمو الخضرى .

٢ – تقليل فقد الأسمدة بالرشح ، نظرا لعدم الحاجة إلى الرى الزائد ؛ حيث تحتفظ التربة برطوبتها تحت البلاستيك .

٣ – تقليل تعفن الثمار لعدم ملامستها للتربة .

٤ – عدم تقطيع جذور النباتات بالعزيق ، لأن العزيق يتوقف نهائياً ، فيما عدا بين الشرائح .

٥ – تشجيع نمو الجذور فى الطبقة السطحية من التربة التى تتوفر فيها الرطوبة ، والأكسجين ، والحرارة المناسبة ، والعناصر الغذائية ، وحيث تنشط عملية التازت (Carolus ١٩٧٠) .

٦ – يعمل البلاستيك على انفصال الأملاح خارج منطقة البلاستيك (وهو الاتجاه الذى يتحرك فيه الماء ، لأن التبخر السطحى يكون بين شرائح البلاستيك) . وبرغم أن الأملاح قد تتراكم أحياناً فى الفتحات التى تنمو منها النباتات ، إلا أنه يمكن التغلب على هذه المشكلة بوضع قليل من نشارة الخشب بين الفتحات لتقليل انتقال الماء إليها . هذا .. ولا تحدث هذه الظاهرة فى حالة الرى بالتنقيط (Sheldrake ١٩٦٧) .

٧ – التخلص من الحشائش تحت البلاستيك الأسود ، لأنه يمنع وصول الضوء إليها ، ولكن العكس يكون صحيحاً تحت البلاستيك الشفاف الذى يشجع على نمو الحشائش ؛ بسبب سماحه بنفاذ الضوء مع رفعه لدرجة حرارة التربة ؛ الأمر الذى يتطلب الاعتماد على المبيدات فى مكافحة الأعشاب عند استعمال البلاستيك الشفاف .

٨ – توافر غاز ثانى أكسيد الكربون ، حيث يتراكم تحت الغطاء ، ويخرج من الثقب الذى ينمو منه النبات ليمده تدريجياً بتركيز أعلى من الغاز .

هذا .. ويتباين مستوى غاز ثانى أكسيد الكربون فى التربة كثيراً ، فهو يتراوح من ٠٫٠٣ ٪ إلى ٢٥ ٪ . ووجد أن مستوى الغاز يزداد عند استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة. فمثلا .. كان تركيز الغاز تحت الغطاء البلاستيكى ١٫٢ ٪ على عمق ٥ سم ، و ١٣٫٢ ٪ على عمق ١٥سم مقارنة بتركيز ٠٫١٩ ٪ ، و ٢ ٪ فى الأرض غير المغطاة بالبلاستيك على العمقين على التوالى . كما وجد أن تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى ثقوب الزراعة كان أربعة أمثال تركيزه فى الجو العادى .

ويذكر Baron & Gorski (١٩٨٦) أن الزيادة فى المحصول – عند استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة – ربما ترجع إلى قدرة جذور النباتات على امتصاص الغاز المتراكم تحت البلاستيك والاستفادة منه . فقد وجد أن زيادة تركيز الغاز حول جذور نبات الباذنجان أدت – تحت ظروف النهار الطويل والحرارة العالية – إلى زيادة قطر ساق النبات ، ومحتواه من

المادة الجافة الكلية ، والمساحة الورقية .

٩ - إحداث تغيرات فى حرارة التربة تتوقف على نوع البلاستيك المستخدم ؛ لأن البلاستيك الشفاف يسمح بنفاذ الأشعة الضوئية التى تتحول إلى طاقة حرارية عند امتصاص التربة لها . أما البلاستيك الأسود فإنه لا ينفذ الأشعة ، ولكنه يسخن كثيراً من جراء امتصاصه للأشعة الساقطة عليه ، ثم ينقل جزءاً من هذه الطاقة الحرارية - بالتوصيل- إلى الطبقة السطحية من التربة . لذا .. نجد أن درجة الحرارة ترتفع تحت كل من البلاستيك الشفاف والبلاستيك الأسود ، ولكن الزيادة تكون أكبر تحت الشفاف . أما درجة الحرارة الصغرى .. فتكون متشابهة تحت كليهما . ويكون تأثير البلاستيك فى درجة حرارة التربة واضحاً فى بداية النمو الخضرى ، إلى أن ينمو المجموع الخضرى ويغطى البلاستيك.

ويتوقف تأثير البلاستيك الأسود - على درجة حرارة التربة - على درجة الحرارة السائدة أصلا . فهو يؤدى إلى ارتفاع درجة الحرارة الصغرى وانخفاض درجة الحرارة العظمى حينما تكون الحرارة منخفضة ، ولكنه يؤدى إلى ارتفاع كل من درجتى الحرارة الدنيا والعظمى حينما تكون درجة الحرارة متوسطة أو مرتفعة (Harris ١٩٦٥) .

هذا .. وقد يحدث ضرر للشتلات فى درجات الحرارة المرتفعة - خاصة تحت البلاستيك الشفاف - من جراء تسرب هواء ساخن من الفتحات التى تنمو منها الشتلات . لذا .. يجب قصر استعمال هذا النوع من البلاستيك على المواسم الباردة . كما تضار النموات الخضرية من جراء ملامستها للبلاستيك الأسود الذى ترتفع حرارته كثيراً فى وسط النهار فى المواسم الحارة . ولذا .. فإنه يفضل - فى تلك المواسم - استخدام بلاستيك ذى لونين ؛ فيكون أسود من أسفل لمنع الحشائش ، وأبيض من أعلى ليعكس الأشعة الشمسية الساقطة عليه . كذلك يفيد - فى هذه الظروف - استعمال أنواع البلاستيك العاكسة للضوء ، وهى التى تكون فضية اللون ، أو ألومنيومية .

١٠ - يفيد استخدام البلاستيك الأصفر - فى حالة الطماطم - فى خفض معدلات الإصابة المبكرة بفيرس تجعد أوراق الطماطم الأصفر ؛ لأنه يجذب إليه حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيرس ؛ مما يؤدى إلى موتها بفعل حرارة البلاستيك العالية (Cohen & Melamed - Madjar ١٩٧٨) .

محاصيل الخضر التى تستجيب لاستعمال الأغطية البلاستيكية للتربة

تعد أكثر الخضر استجابة لاستعمال الأغطية البلاستيكية للتربة هى : الشليك ، والخيار، والقاوون ، والكوسة ، والبطيخ ، والطماطم ، والفلفل ، والباذنجان . وينعكس تأثير الأغطية البلاستيكية عليها فى زيادة النمو الخضرى ، والتبكير فى عقد الثمار ، وزيادة المحصول ، وكذلك تجنب ملامسة الثمار للتربة فى حالتى الطماطم والشليك (Carlous ١٩٧٠ ، ١٩٧٧).

وقد انتشر استعمال الأغطية البلاستيكية كثيراً فى عديد من دول العالم . فمثلاً .. يذكر Hochmuth (١٩٨٧) أن الأغطية البلاستيكية للتربة تستخدم فى ولاية فلوريدا الأمريكية فى نحو ٤٠ ألف هكتار (حوالى ٩٥ ألف فدان) من جملة المساحة التى تزرع بالخضر فى الولاية والتى تقدر بنحو ١٦٨ ألف هكتار .

وتؤكد عديد من الدراسات أن محصول تلك الخضروات يزداد كثيراً عند استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة . فمثلاً .. بلغت تلك الزيادة ٣٠٠٪ فى محصول الباذنجان (عن Baron & Gorski ١٩٨٦) ، وكانت الزيادة فى المحصول جوهرية فى ولاية جورجيا (Carter & Johnson ١٩٨٨) .

وفى ولاية ميرلند أحدث الغطاء البلاستيكى الأسود للتربة زيادة فى كل من المحصول المبكر والمحصول الكلى للقاوون مقارنة بالبلاستيك الشفاف ، أو معاملة المقارنة بدون غطاء (Schales & Ng ١٩٨٨) .

وفى ولاية إنديانا صاحب استعمال البوليثيلين الأسود زيادة جوهرية فى المحصول المبكر والمحصول الكلى للبطيخ ، وكانت تلك الزيادة أكبر حينما كان الرى بطريقة التنقيط مع استعمال الغطاء البلاستيكى (Bhella ١٩٨٨) .

وفى ولاية تكساس تراوحت الزيادة التى أحدثها استعمال الأغطية البلاستيكية السوداء فى محصول الطماطم الصالح للتسويق فى العروة الربيعية من ١٦ - ٣١٪ (Bogle وآخرون ١٩٨٩) .

تأثير لون الغطاء البلاستيكى للتربة

سبق أن أوضحنا أن الغطاء البلاستيكى الأصفر يجذب إليه حشرة الذبابة البيضاء ؛ الأمر الذى يحد من الإصابة المبكرة بفيرس تجعد أوراق الطماطم الأصفر الذى تنقله الذبابة إلى نبات الطماطم (Cohen & Melamed - Madjar ١٩٧٨) . ومن المتوقع كذلك أن يكون للأغطية الصفراء التأثير ذاته بالنسبة للفيروسات الأخرى التى تنقلها الذبابة البيضاء إلى القرعيات مثل تجعد أوراق الكوسة ، والفيرس الذى يحدث اصفراراً بين العروق فى الأوراق السفلى لمختلف القرعيات ، خاصة الخيار والقاوون (Hassan وآخرون ١٩٩٠ ، ١٩٩١) .

كذلك تبين أن الشرائح البلاستيكية ذات السطح الألومنيومى Aluminum - Surfaced Film Mulch تخفض الأعداد المجنحة لحشرة المن التى تحط على النباتات التى تنمو فوق تلك الأغطية ؛ الأمر الذى يقلل من الإصابة ببعض الأمراض الفيروسية التى ينقلها المن ، وكذلك الإصابة بالمن ، والتربس ، ونافقات الأوراق فى بعض محاصيل الخضر .

كما أوضحت دراسات Greenough & Black (١٩٩٠) أن استعمال تلك الشرائح البلاستيكية ذات السطح الألومنيومى مع محصولى الطماطم والفلفل أدى إلى تخفيض أعداد حشرة التربس التى أمكن اصطيادها بنسبة ٦٨ ٪ فى الطماطم ، و ٦٠ ٪ فى الفلفل، وصاحب ذلك نقص فى نسبة الإصابة بفيرس ذبول الطماطم المتبقع – الذى ينقله التربس – بنسبة ٦٤ ٪ فى الطماطم ، و ٧٨ ٪ فى الفلفل .

هذا .. وقد تبين من دراسات Lamont وآخرين (١٩٩٠) أن طلاء شريط ألومنيومى على سطح الأغطية البلاستيكية السوداء أو استعمال أغطية عاكسة للضوء – بيضاء أو ألومنيومية – أدى – فى ولاية كارولينا الشمالية – إلى تأخير ظهور أعراض الإصابة بفيرس تبرقش البطيخ رقم ٢ فى الكوسة الذى ينقله المن ، ولكنه لم يمنع الإصابة وانتشارها خاصة فى نهاية موسم النمو .

وفى ولاية كارولينا الجنوبية .. أوضحت دراسات Schalk & Robbins (١٩٨٧) أن الأغطية الألومنيومية تخفض درجة حرارة التربة ، وتقلل الأثر الضار للحرارة العالية على نباتات الطماطم الصغيرة بعد الشتل ، مما يزيد من معدل نجاح الشتل . كذلك ازداد

محصول الطماطم فى جميع معاملات أغطية التربة أياً كان لون الغطاء المستخدم (أسود ، أم ألومنيومى ، أم ألومنيوم على بلاستيك أسود مع إزالة طبقة الألومنيوم بعد نحو شهر ونصف الشهر من الشتل ، وكان ذلك مع بداية فصل الخريف فى ٢٢ من سبتمبر) . وبينما كانت أغطية الألومنيوم طاردة لحشرة المن ، فإنها أدت إلى زيادة الإصابة بحشرتى دودة ثمار الطماطم والدودة الدبوسية .

وفى دراسة قورن فيها تأثير عدة ألوان من الأغطية البلاستيكية للتربة على الطماطم وجد Decoteau وآخرون (١٩٨٨ ، ١٩٨٩) أن استعمال الغطاء الأحمر أعطى أعلى محصول مبكر ، وأعلى محصول من الثمار الصالحة للتسويق ، وجاء بعده مباشرة استعمال البلاستيك الأسود ، وكان المحصول الناتج فى أى من المعاملتين أعلى بكثير مما فى حالة استعمال البلاستيك الأبيض أو البلاستيك الفضى اللون . كذلك أثر لون الغطاء البلاستيكى على درجة حرارة التربة حيث ارتفعت تحت البلاستيك ذى الألوان القاتمة ، بينما أدى استعمال الأغطية الفاتحة اللون إلى زيادة شدة الإضاءة حول النباتات نتيجة انعكاس الضوء منها ، لكن مع انخفاض فى نسبة الأشعة تحت الحمراء إلى الأشعة الحمراء مقارنة بالضوء المنعكس فى حالة البلاستيك الأحمر أو الأسود .

وقد حصل الباحثون (Decoteau وآخرون ١٩٩٠) على نتائج متشابهة مع الفلفل فى دراسة قورن فيها تأثير البلاستيك الأحمر ، والأسود ، والأصفر ، والأبيض على النمو النباتى ، وشدة الضوء المنعكس من الغطاء ونوعيته .

طريقة استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة

بالرغم من استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة - أحيانا - مع نظامى الرى بالغمر والرى بالرش إلا أن أكثر استعمالات الأغطية البلاستيكية للتربة هى مع نظام الرى بالتنقيط، حيث يتم توصيل مياه الرى إلى النباتات بسهوله تامة لوجود خراطيم الرى تحت الغطاء البلاستيكى . أما فى حالة الرى بالغمر .. فإنه يكون من الصعب تثبيت البلاستيك على ميل الخطوط أو المصاطب ، كما أن حافة البلاستيك المدفونة فى التربة تشكل - حينئذ - حاجزاً يفصل بين النبات وماء الرى ، ولكن جذور النبات تكون فى تربة مبتلة على أية حال . كذلك نجد فى الأراضى الرملية أن الانتشار الجانبى لماء الرى يكون قليلاً ؛ الأمر الذى يحد من استخدام الأغطية البلاستيكية للتربة عند اتباع نظام الرى بالرش .

يختلف العرض المناسب للفائف البلاستيك باختلاف نوع الخضر ، فيكون عرضها نحو ١١٠ - ١٢٠سم فى القرعيات ، ونحو ٩٠سم فى الطماطم والباذنجان والفلفل . أما السمك المناسب فيتراوح من ٢٤ - ٥٠ ميكروناً لخفض التكاليف . ولكن يجب ألا يقل سمك البلاستيك الأصفر عن ٨٠ ميكرونا ، ليكون ذا دكنة كافية لجذب حشرة الذبابة البيضاء إليه.

يجب قبل تثبيت البلاستيك التأكد مما يلى :

١ - إضافة الأسمدة التى تخلط بالتربة عادة قبل الزراعة .

٢ - احتواء التربة على قدر مناسب من الرطوبة ، فلا تكون جافة ولا زائدة الرطوبة .

٣ - مكافحة الحشائش بمبيدات الأعشاب فى حالة استعمال البلاستيك الشفاف .

٤ - تجهيز التربة بطريقة تسمح بشد البلاستيك جيداً ليكون على اتصال بحبيبات التربة ؛ للسماح بتوصيل الحرارة إلى الطبقة السطحية من التربة ، ولتجنب الانخفاضات التى يمكن أن يتراكم فيها المطر ، أو ماء الرى بالرش . ولكى يتحقق ذلك يجب تجميع التربة فى وسط المصطبة أو خط الزراعة ، وبميل قدره ١,٥ - ٣سم نحو الجانبين .

٥ - مدّ خطوط الرى بالتنقيط - فى حالة اتباع هذا النظام فى الرى - والتأكد من عمل جميع المنقطات . وعند تثبيت البلاستيك يدوياً يحفر مجرى صغير على جانبى الخط بعمق حوالى ١٠سم ، ثم يثبت الغطاء على رأس الخط فى النهايتين بتكويم بعض التراب عليه ، ثم يدفن جانبا شريحة البلاستيك فى المجريين ، ويغطيان بالتراب لتثبيت الشريحة . ويراعى عدم إجراء هذه العملية أثناء ارتفاع درجة الحرارة بالنهار عندما يكون الغطاء متمدداً .

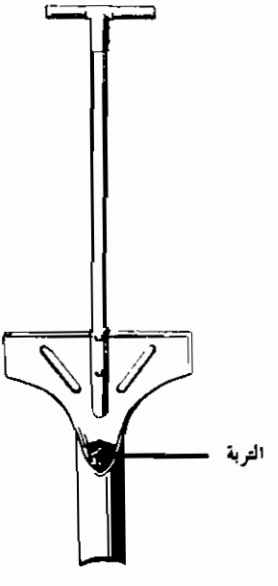
ويمكن تثبيت البلاستيك آلياً بتحميل لفافة بلاستيك - بعرض ٩٠ - ١٢٠سم ، وطولها ٣٠٠ - ١٥٠٠م - خلف الجرار فى آلة خاصة ، حيث تقوم محاريث خاصة تُثبت قبل اللفافة بفتح خندق صغير بعمق ٧ - ١٠سم ، وتقوم عجلة مطاطية بفرد البلاستيك وضغطه فى الخندق ، وتقوم أسطوانة مثبتة خلف لفافة البلاستيك بالمساعدة فى هذه العملية ، وفى ضغط التربة ، ويقوم زوج آخر من المحاريث بملء الخندقين بالتربة . وتقوم الآلة أثناء ذلك برفع مصاطب الزراعة من الوسط قليلاً .

تكون زراعة البذور قبل تثبيت البلاستيك ، أو بعد تثبيته ، ويتوقف ذلك على نوع البلاستيك المستخدم ودرجة الحرارة السائدة . ففى الجو البارد يفضل استعمال البلاستيك

الشفاف مع الزراعة تحت الغطاء البلاستيكى (أى قبل تثبيت الغطاء على سطح التربة)؛ ليساعد الغطاء على رفع درجة حرارة التربة بالقدر الذى يسمح بسرعة إنبات البذور . وبمجرد ملاحظة ظهور البادرات تحت البلاستيك .. فإنه يثقب فى مواقع الجور للسماح بنمو النباتات خارج البلاستيك . أما فى الجو المعتدل الحرارة ، أو عند استخدام البلاستيك الأسود أو الملون .. فإنه يتم تثبيت البلاستيك أولا ، ثم يثقب على المسافات المرغوبة ، لكى تزرع البذور من خلالها .

وتفضل زراعة البذور باستعمال نحو ٦٠جم من خليط مكون من بيت موس مرطب ، وسماد بطىء الذوبان ، والبذور التى يراد زراعتها (نحو خمس بذور) . يوضع المخلوط فى جورة الزراعة ، ثم يغطى بكمية قليلة من الفيرميكيوليت لمنع جفاف المخلوط بسرعة . تعطى الزراعة بهذه الطريقة إنباتاً ونمواً متجانسين (Ware & MaCollum ١٩٨٠) .

أما الشتل .. فيجرى – غالبا– يدوياً باستعمال الـ bulb setter (شكل ٨–٢) ، وهى آلة ذات ذراع طويلة تحدث عند الضغط عليها لأسفل ثقباً فى البلاستيك ، وحفرة بالتربة للشتل فيها.



شكل (٨ – ٢) : الـ bulb setter وهى آلة تستعمل فى إحداث ثقب فى الغطاء البلاستيكى ، وحفرة بالتربة لوضع الشتلة .

ويعد التسميد مع ماء الرى بالتنقيط أفضل وسيلة للتسميد - بعد الزراعة - عند استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة ، ولذا .. فإنه لم يشع استخدام تلك الأغطية إلا مع نظام الرى بالتنقيط . ويتم فى هذه الحالة إيصال العناصر السمادية إلى النباتات - مع ماء الرى - بصورة شبه يومية ، وبكميات محدودة تتوقف على مرحلة النمو النباتى . أما عند اتباع نظم الرى الأخرى .. فإن التسميد يكون بإحدى الطرق التالية :

١ - إضافة كل الأسمدة التى تحتاج إليها النباتات قبل وضع الغطاء البلاستيكى ، لكن ذلك يعرضها للفقد بالرشح .

٢ - عمل ثقوب فى البلاستيك بجوار جور الزراعة لإضافة السماد من خلالها ، وهى طريقة تتطلب عمالة كثيرة .

٣ - إضافة السماد تحت الغطاء بعد رفعه قليلاً - يدوياً ، أو آلياً - لكن هذه الطريقة قد تضر بالغطاء وبجذور النباتات .

٤ - إضافة الأسمدة فى المساحات غير المغطاة بين شرائح البلاستيك . لكن النباتات لا تستفيد من معظم الكميات المضافة ، لعدم وصول النموات الجذرية إليها ، ولتعرضها للفقد بالرشح .

٥ - عند اتباع نظام المحصولين المتتابعين Double Cropping System (حيث يستخدم نفس الغطاء فى زراعة محصولين متتالين) فإن مشكلة إضافة الأسمدة تكون أكثر حدة . ويلجأ البعض إلى زيادة كمية الأسمدة التى تضاف إلى المحصول الأول بأكثر من حاجته الفعلية ؛ ليتبقى منها جزء لاستعمال المحصول الثانى ، إلا أن ذلك يضر المحصول الأول ، كما يؤدى فقد الأسمدة بالرشح إلى عدم كفاية المتبقى منها للمحصول الثانى .

٦ - تمكن Hochmuth وآخرون (١٩٨٦) من التسميد فى وجود الغطاء البلاستيكى للتربة؛ بواسطة آلة خاصة تتكون من عجلة تبرز من حوافها أنابيب مدببة ، وتتصل من محورها بمصدر سائل للسماد . وبالتحكم فى عدد الأنابيب التى تبرز من حافة العجلة .. يمكن عند مرورها على البلاستيك تثقيبه ، وإضافة السماد السائل على العمق المناسب ، وفى المكان المناسب فى آن واحد . هذا .. وتتصل العجلة بمضخة صغيرة توفر

ضغطاً قدره ٢٠٠ - ٣٠٠ (kPa) لحقن السماد فى التربة .

أما عمليات الخدمة الأخرى .. فإنها تتم بصورة عادية ، مع تنظيم سير الآلات الزراعية بحيث لا تمزق الغطاء البلاستيكى .

ويجب فى نهاية الموسم جمع البلاستيك وحرقه ، لأنه لا يتحلل ، ولا يجب حرثه فى التربة.

الفصل التاسع

الـــرى

علاقة التربة والماء بالنبات

عند إضافة الماء إلى التربة فإنه يبللها إلى أعماق تتوقف على كمية الماء المضافة ، لأن تجمعات التربة Soil Aggregates تشد إليها الماء فى طبقات متتالية ، ويقل شدها تدريجيا كلما بعد الماء عن سطح جوامد الأرض ، حتى يصل مقدار شد التربة للماء إلى ثلث ضغط جوى، حينئذ لا يمكن لجوامد التربة شد الماء إليها ، فيتحرك إلى أسفل بفعل الجاذبية الأرضية ، وتعرف كمية الماء التى تحتفظ بها التربة ضد الجاذبية الأرضية بالسعة الحقلية Field Capacity ، ويعبر عنها كنسبة مئوية من الوزن الجاف للتربة .

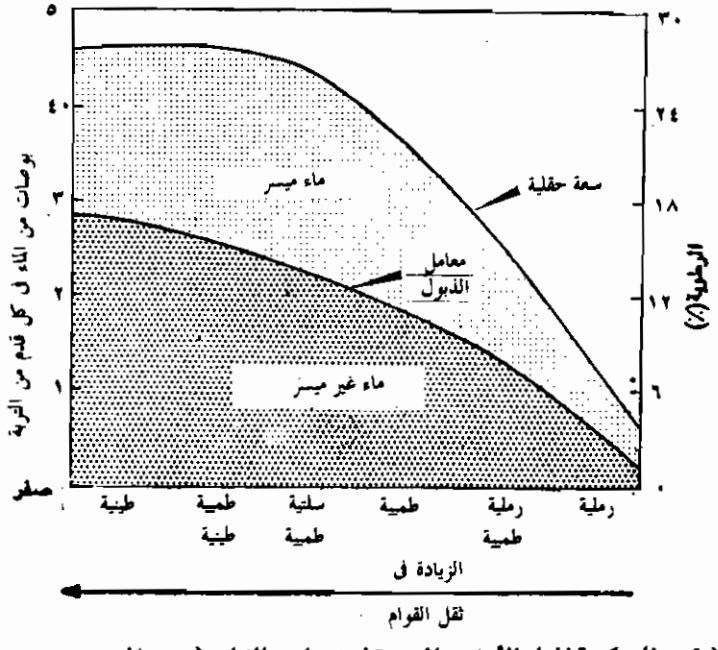
وفى البداية تكون كل مسام التربة مملوءة بالماء ، ومع تحرك الماء لأسفل فى الفراغات الكبيرة بين تجمعات التربة تصبح هذه المسام مملوءة بالهواء ، بينما يبقى نصف المسام – وهى الموجودة داخل تجمعات التربة – مملوءاً بالماء الذى تحتفظ به التربة ضد الجاذبية الأرضية . فالتربة عند السعة الحقلية بها نصف المسام مملوء بالماء ، والنصف الآخر مملوء بالهواء .

ومع امتصاص النباتات للماء يقل سمك غشاء الماء المحيط بجوامد التربة تدريجياً ، وتزيد قوة احتفاظ التربة بهذا الماء ، فتقل بالتالى قدرة النبات على امتصاصه ، حيث يستحيل على معظم النباتات امتصاص الماء عند هذه النقطة ، وهى التى تعرف بمعامل الذبول Wilting Coefficient .

ويعرف الماء الميسر لامتصاص النبات بأنه ذلك الجزء الذى تحتفظ به جوامد التربة بقوة شد تتراوح من ثلث إلى ١٥ ضغط جوى ، أى هو المحتوى المائى للتربة ما بين السعة الحقلية ومعامل الذبول .

ومع استمرار جفاف التربة بعد ذلك بفعل التبخر يقل سمك الغشاء المائى الذى تحتفظ به التربة ، وتزداد قوة احتفاظها به ، حتى يصل مقدار شد التربة للغشاء المائى إلى ٣١ ضغط جوى ، حيث يصعب فقد الماء من التربة بالتبخر بعد ذلك تحت الظروف العادية . ويعرف هذا الحد بالمعامل الهيجروسكوبى Hygroscopic Water . وهذا الماء لا يفقد إلا بالتسخين فى الأفران على درجة حرارة مرتفعة ، لأن التربة تحتفظ به بقوة كبيرة تصل عند السطح المشترك بين التربة والماء إلى نحو ١٠ آلاف ضغط جوى .

وتختلف الأراضى فى نسبة الرطوبة التى تحتفظ بها ضد الجاذبية الأرضية (السعة الحقلية) وفى نسبة الرطوبة غير الميسرة لامتصاص النبات (بداية معامل الذبول) ؛ وبذا .. فهى تختلف فى كمية الماء التى تكون ميسرة فيها لامتصاص النبات . فمع الزيادة فى ثقل قوام التربة .. تزداد كل من الرطوبة عند السعة الحقلية ، والرطوبة عند معامل الذبول ، لكن الزيادة فى السعة الحقلية تكون أكبر من الزيادة فى معامل الذبول ، وتكون النتيجة زيادة كمية الماء الميسر لامتصاص النبات مع الزيادة فى ثقل قوام التربة (شكل ٩-١) .



شكل (٩ - ١) : كمية الماء الأرضى الميسرة لامتصاص النبات (وهى المحصورة بين نسبتى الرطوبة عند السعة الحقلية وعند نقطة الذبول الدائم) فى الأنواع المختلفة من الأراضى (عن Buckman & Brady ١٩٦٠) .

وكما أسلفنا .. فإن الماء المضاف إلى سطح التربة لا بد أن يصل بالطبقة السطحية إلى التشبع قبل أن يتقدم لأسفل . وعليه .. فإنه – فى حالة الأراضى غير المشبعة بالرطوبة – إذا أضيف ماء رى بقدر يكفى لتشبيع الـ ١٠سم العليا من التربة ، فإن الماء لا يتقدم فى التربة لعمق يزيد على ١٥سم . وتمثل السنتيمترات الخمسة الإضافية من التربة ذلك العمق الذى يصل برطوبته إلى السعة الحقلية بعد انصراف الماء الزائد عن السعة الحقلية فى السنتيمترات العشرة العليا .

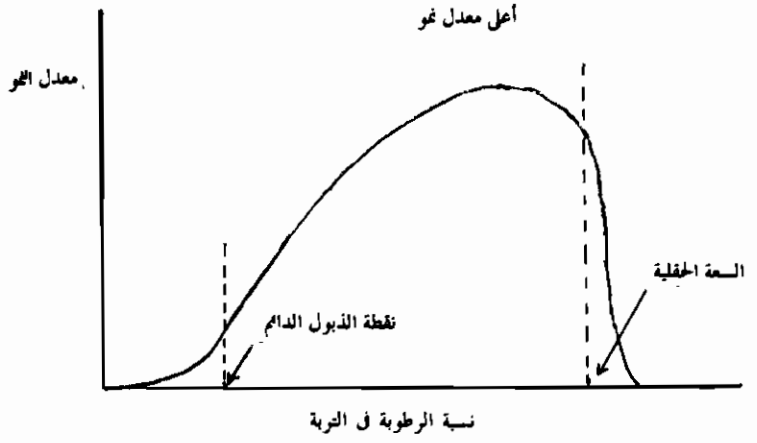
ويعنى ذلك أنه لا يمكن أبداً بلّ التربة إلى العمق المرغوب وتوصيلها إلى رطوبة أقل من السعة الحقلية ، فتقليل كمية الماء المضافة لا يعنى سوى أن العمق الذى تصل إليه الرطوبة سيكون أقل ، وأن العمق المبتل لا بد أن يصل أولاً إلى درجة التشبع ، ثم ينصرف منه الماء الزائد عن السعة الحقلية لبلّ طبقة أخرى من التربة يصل عمقها إلى نحو نصف الطبقة الأولى ، وتصل رطوبتها إلى السعة الحقلية (Winter ١٩٧٤) .

الاحتياجات المائية للخضر

تتوقف احتياجات محاصيل الخضر إلى الرى على عوامل كثيرة ، منها ما يتعلق بالنبات نفسه كنوع المحصول ، وعمر النبات ، ومقدار نموه الخضرى ، ودرجة انتشار جذوره ، ومنها ما يتعلق بالعوامل الجوية المؤثرة على معدلات النتح التى سبقت مناقشتها فى الفصل الثانى . إلا أن أهم العوامل المؤثرة فى رى الخضر فى الأراضى الصحراوية هو النفاذية العالية للأراضى الرملية ؛ الأمر الذى يترتب عليه تكرار الرى بمعدلات تتراوح من مرة واحدة أسبوعيا إلى مرتين يومياً حسب الظروف الجوية ونظام الرى المتبع .

وعند تنظيم الرى .. يجب الإبقاء على الرطوبة دائماً أعلى من نقطة الذبول الدائم فى كل المنطقة التى تنمو فيها الجذور ، حتى يمكن الاستفادة منها لأقصى درجة . كما يجب عدم الانتظار لحين ظهور أعراض الذبول على النباتات .

ويفضل دائماً إجراء الرى عندما يفقد نحو ٥٠٪ من الرطوبة الأرضية التى يمكن للنباتات امتصاصها فى منطقة نمو الجذور ، مع جعل كمية ماء الرى كافية لتوصيل الرطوبة إلى السعة الحقلية فى كل هذه المنطقة ؛ حيث يعطى ذلك أفضل نمو نباتى (شكل ٩ – ٢) .



شكل (٩-٢) : تأثير الرطوبة الأرضية في معدل النمو النباتي (عن Israelsen & Hansen ١٩٦٢).

ونظراً لانخفاض السعة الحقلية في الأراضي الرملية .. لذا فإن الري الخفيف المتكرر يعد ضرورة لا غنى عنها في تلك الأراضي ، إلا أنه يجب عدم الإفراط في الري ؛ لأن لذلك عدة مساوىء ؛ هي :

١ - نقص تهوية التربة ، واختناق الجذور ، وضعف نمو النباتات ، واصفرار لونها وذبولها .

٢ - زيادة شدة الإصابة بأمراض أعفان الجذور (مثل تلك التي تسببها فطريات : Sclerotium rolfsii ، و Sclerotinia sclerotiorum ، و Thielaviopsis basicola) ، مع احتمال زيادة الإصابة بأمراض النموات الخضرية التي يناسبها رطوبة نسبية عالية ، مثل البياض الزغبي .

٣ - تأخير النضج في معظم الخضر خاصة غير الورقية منها .

٤ - فقد الأسمدة المضافة بالرشح مع ماء الصرف .

كذلك يلزم تنظيم الري ، فلا تتعرض النباتات لفترات متتالية من الجفاف والري الغزير؛ لأن لذلك عدة مساوىء ؛ منها : انفجار رؤوس الكرنب ، وتفلق جذور البنجر ، وتشقق ثمار الطماطم ، والقاوون ، والبطيخ ... إلخ . وتزداد تلك الأضرار عند الري وقت اشتداد درجة

الحرارة ؛ لذا .. يفضل الرى فى الصباح الباكر ، أو بعد الظهر .

وجدير بالذكر أن نقص الرطوبة الأرضية يزيد من انتشار بعض الأمراض ، مثل : جرب البطاطس (Streptomyces scabies) ، والذبول الفيوزارى فى البطاطا (Fusarium solani f. batatas) ، والبسلة (F. solani f. pisi) (عن Palti ١٩٨١) .

طرق الرى

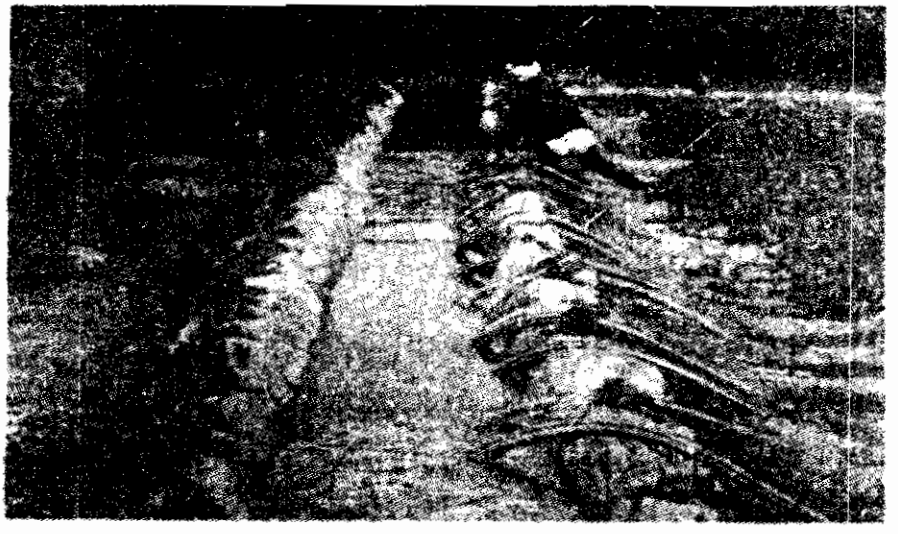
تتبع فى مصر حاليا ثلاثة نظم لرى الخضر فى الأراضى الصحراوية ، هى : الرى بالغمر ، والرى بالرش ، والرى بالتنقيط . ويتوقف اختيار الطريقة المثلى للرى على العامل الاقتصادى، والمحصول المزروع ، ومدى توفر ماء الرى ، ومستوى الملوحة فى التربة وفى ماء الرى كما سيأتى بيانه . هذا .. فضلاً على أن القانون يحتم اتباع نظم الرى الحديثة فى بعض مناطق الاستصلاح الجديدة التى تصل إليها مياه النيل .

الرى بالغمر

يتم الرى بالغمر Flood Irrigation (أو الرى السطحى Surface Irrigation) بواسطة قنوات الرى الرئيسية والفرعية . ويجب أن يكون مستوى القنوات الرئيسية أعلى من مستوى الحقل قليلاً ، حتى يصل الماء بسهولة إلى القنوات الفرعية . ويتوقف حجم القنوات الرئيسية والفرعية على التصرف المائى اللازم مروره فيها .

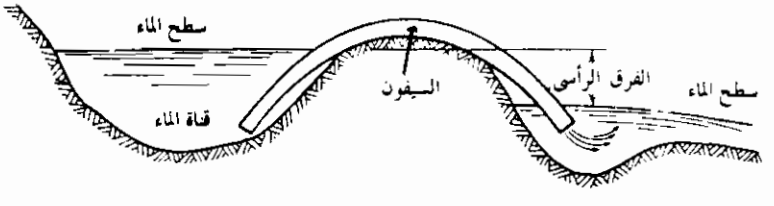
وقد يبدأ الرى السطحى من نهاية قناة الرى ، وينتهى الرى عند منبع القناة ، ويتبع ذلك النظام فى الأراضى المستوية أو المنحدرة قليلاً ؛ لتجنب انطلاق الماء إلى الأرض المروية؛ بسبب بطء تيار الماء فى القناة ، أو بالرشح من قناة الرى . ويسمى هذا النظام بالرى " على الطالع " . وقد يبدأ الرى السطحى من بداية قناة الرى ، وينتهى مع نهايتها ، ويتبع هذا النظام فى الأراضى الشديدة الانحدار لتجنب غرق الأرض التى تكون قد رويت بالفعل . ويسمى هذا النظام بالرى " على النازل " .

وقد تستخدم السيفونات siphons لنقل الماء من القناة الرئيسة إلى قنوات الخطوط دون الحاجة إلى عمل فتحة بينهما (شكل ٩-٣) . وتصنع أنابيب السيفونات من المعدن أو البلاستيك أو المطاط .

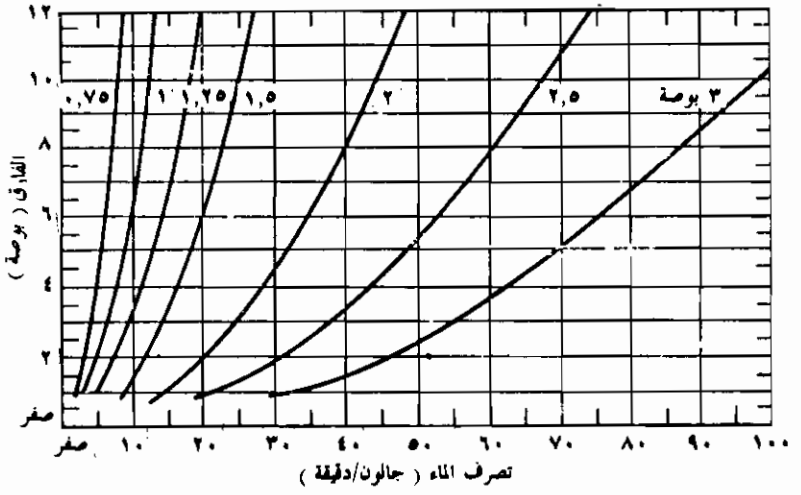


شكل (٩-٣) : استخدام السيفونات فى الرى السطحى .

ويتحدد مقدار تصرف الماء من السيفون بكل من قطره الداخلى والمسافة الرأسية بين مستوى سطح الماء عند مصدر الماء وعند قناة الخط (الفارق head) . وعندما لا يكون طرف السيفون مغموراً فى مياه قناة الخط يعتبر الفارق head هو المسافة بين وسط فتحة السيفون ومستوى سطح الماء فى المصدر (شكل ٩-٤) . وتزود بعض السيفونات بنهايات يمكن تحريكها Adjustable Slide Gate ؛ وبذا .. يمكن التحكم فى الفارق الرأسى ، ومن ثم فى معدل تصرف الماء . ويبين شكل (٩-٥) . كمية المياه التى تتدفق من سيفونات بأقطار مختلفة عند اختلاف الفارق الرأسى (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .



شكل (٩-٤) : الفارق الرأسى(head) فى نظام الرى بالسيفونات .



شكل (٩-٥) : تأثير قطر السيفون (بالبوصة) والفارق الرأسى (head) فى معدل تدفق المياه .

يتراوح معدل الرى بالغمر فى حقول الخضر فى الأراضى الصحراوية من مرة كل ٢ – ٤ أيام صيفاً إلى مرة كل ٥ – ٧ أيام شتاء ، مع الرى كل نحو ٤ – ٥ أيام فى الجو المعتدل الحرارة .

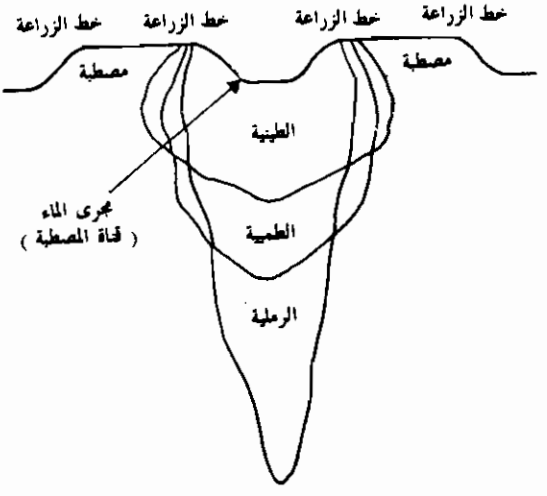
ويجرى الرى بالغمر إما عبر الخطوط والمصاطب ، وإما بطريقة غمر الأحواض – حسب طريقة الزراعة – كمايلى :

١ – الرى عبر الخطوط (الخبوب) والمصاطب :

يتم فى هذه الطريقة توصيل مياه الرى عبر قنوات الخطوط أو المصاطب (Furrow Irrigation) مع بل كلّ الأرض – أو معظمها – بين القنوات . ويبين شكل (٩-٦) المقطع الذى تصل إليه مياه الرى بالغمر فى الأراضى الرملية مقارنة بكل من الأراضى الطميية والطينية . ويتبين من الشكل أن المقطع يكون أضيق وأكثر عمقاً فى الأراضى الرملية منه فى الأراضى الطينية ، وتكون الأراضى الطميية وسطاً بينهما .

٢ – الرى بطريقة غمر الأحواض :

يتطلب الرى بطريقة غمر الأحواض flooding أن تكون الأرض تامة الانبساط . تجهز



شكل (٩-٦) : مقطع التربة الذى تصل إليه مياه الرى السطحى فى الأراضى المختلفة القوام .

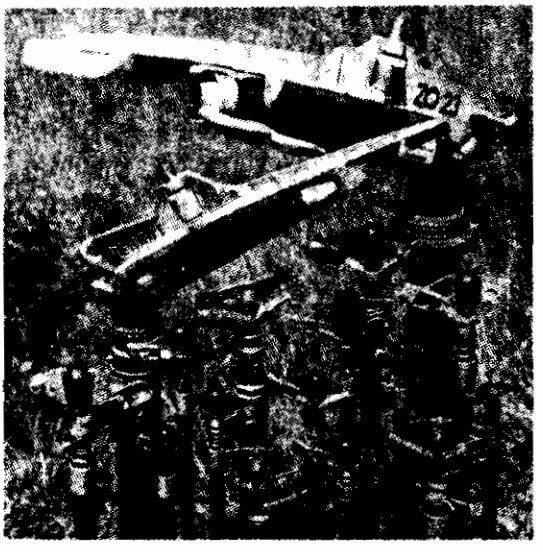
المنطقة التى يلزم ريها بتقسيمها إلى أحواض بواسطة " البتون " . وتتوقف مساحة الحوض على درجة انحدار الأرض ، حيث تقل مساحته مع زيادة درجة الانحدار .

يلزم لنجاح الرى بالغمر فى الأراضى الرملية توفر كميات كبيرة من مياه الرى ، وهو شرط نادراً ما يتحقق ، ويعد هذا العامل وحده كفيلاً باستبعاد طريقة الرى هذه فى الأراضى الصحراوية ؛ لأن الزراعة لا يمكن أن تكون اقتصادية مع ارتفاع تكلفة الحصول على المتر المكعب الواحد من مياه الرى . هذا فضلاً على أن طريقة الرى السطحى غير مسموح بها فى كثير من مناطق الاستصلاح الجديدة .

إذا اتبعت هذه الطريقة فى رى حقول الخضر ، فإنه يلزم تبطين قنوات الرى الرئيسية فى الحقل بالأسمنت أو البلاستيك الأسود لخفض رشح الماء منها إلى أقل مستوى ممكن . ومع ذلك .. فإنه يتوقع فقد معظم الماء - المستخدم فى الرى - بالرشح ، وتفقد معه - بالتالى - الأسمدة التى تنوب فى الماء . ومن العيوب الأخرى لهذه الطريقة فى الرى .. احتياجها إلى أيد عاملة مدربة ، وعدم تجانس توزيع ماء الرى فى الحقل ، وضرورة تسوية الحقل جيداً قبل الشروع فى الزراعة ، وإلا أدت إلى ظهور الأملاح على سطح التربة .

الرى بالرش

يتم فى حالة الرى بالرش Sprinkler Irrigation توصيل المياه إلى الحقل من خلال رشاشات أو ثقوب دقيقة كثيرة فى أنابيب خاصة للرى ، بحيث يغطى الماء كل المساحة المزروعة .



شكل (٩-٧) : رشاشات دوارة مختلفة الأنواع والأحجام .

يستخدم فى الرى بالرش عدة نظم منها الثابتة ومنها المتنقلة ، وتعد الرشاشات الدوارة (شكل ٩-٧) أكثرها شيوعاً . تثبت الرشاشات غالباً على مسافة ٦ أمتار من بعضها البعض على امتداد خطوط الأنابيب ، ولكن المسافة تتراوح من ٦ - ١٢ متراً . يتراوحا الضغط المستعمل من ٦ - ١٤ كجم / سم٢ ، وهو يتوقف على حجم الرشاشات والمسافة بينها ، وكذلك المسافة بين خطوط أنابيب الرى . وكلما كبرت الرشاشات ازداد الضغط اللازم لتحريكها ، وازدادت المساحة التى يتم ريها .

يتبع نظام الرى بالرش مع الخضراوات التى تزرع متكاثفة وعلى مسافات متقاربة ، ففى تلك الحالات .. يصعب استخدام نظام الرى بالتنقيط ، أو يكون استعماله غير اقتصادى ؛ نظراً للتكلفة الباهظة لخراطيم الرى . ولكن يشترط لنجاحه ألا تكون الخضر

المزروعة عرضة للإصابة الشديدة بمسببات الأمراض التى تحتاج إلى الرطوبة الحرة لانتشارها .

ويتراوح معدل الرى بالرشح فى حقول الخضر بالأراضى الصحراوية من مرة كل يومين فى الجو الحار صيفاً إلى مرة كل ٥ – ٧ أيام فى الجو البارد شتاء .

ومن أهم مزايا الرى بالرش مايلى :

١ – التوفير فى ماء الرى عما فى حالة الرى بالغمر .
٢ – لاتلزم إقامة مساقٍ أو بتون للتحكم فى الرى ، وتتوفر تلك المساحة للزراعة .
٣ – يمكن إجراء الرى بالرش بسهولة فى الأراضى غيرالمستوية .
٤ – يعد الرى بالرش أنسب من الرى بالغمر فى الأراضى الشديدة المسامية .
٥ – يمكن التحكم فى كمية المياه اللازمة للرى وحسابها بدقة .
٦ – يفيد الرى بالرش عند الحاجة إلى الرى الخفيف على فترات متقاربة ، كما هى الحال عند إنبات البذور (Marsh وآخرون ١٩٧٧) .
٧ – يفيد الرش الخفيف فى تلطيف درجة الحرارة بما يناسب بعض الخضروات كالخس .
٨ – يمكن حماية النباتات من الصقيع بالرش الخفيف طوال فترة انخفاض درجة الحرارة عن الصفر المئوى .
٩ – لا تتزهر الأملاح على سطح التربة عند اتباع طريقة الرى بالرش .
١٠ – يؤدى ماء الرى بالرش إلى إزالة الأتربة من على سطح الأوراق ؛ فتزداد كفاءتها فى البناء الضوئى .
١١ – تقل الإصابة بمرض البياض الدقيقى– عادة – عند الرى بالرش ، لأنه ينتشر فى الجو الجاف (عن Dixon ١٩٨١) .

ولكن ويعيب على الرى بالرش مايلى :

١ – قد تتعارض الرياح القوية مع الرى عندما يتطلب الأمر إجراء الرى فى الأوقات الحرجة . وإذا أجرى الرى فى هذه الظروف .. فإن توزيع الماء لايكون متجانساً ، كما يفقد جزء منه بالتبخر ؛ ولذا .. فإنه لا ينصح بالرى بالرش عندما تزيد سرعة الهواء على ٦ كم / ساعة .

٢ – يحدث فقد فى الماء بالتبخر قبل أن يصل إلى سطح التربة ، ويزداد مقدار الفقد مع زيادة سرعة الهواء ، وارتفاع درجة الحرارة ، ونقص الرطوبة النسبية ، وصغر حجم قطرات الماء .

٣ – زيادة التكلفة الإنشائية ، ووجود مشاكل ميكانيكية تتعلق بعدم دوران الرشاشات ، أو انسدادها .

٤ – يساعد الرى بالرش على انتشار بعض الأمراض الفطرية والبكتيرية الهامة ، مثل (عن Palti ١٩٨١) :

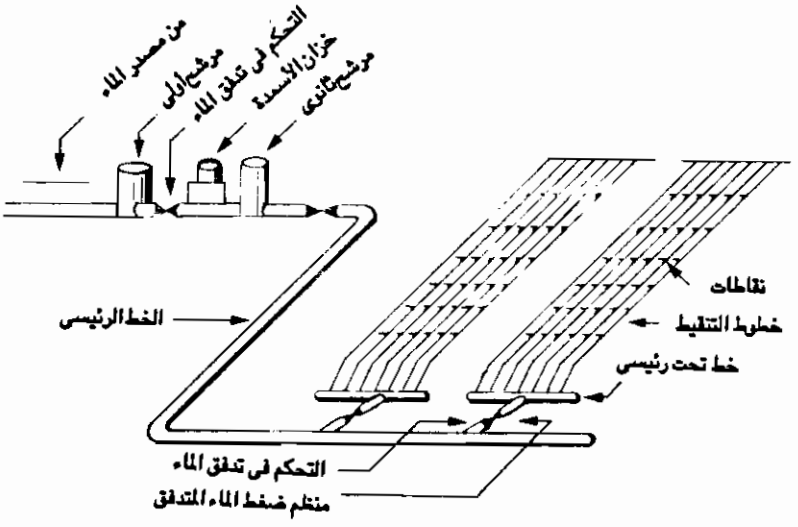
المحصول	المرض	المسبب
الطماطم	تبقع الأوراق الرمادى	Stemphyllium botryosum f. sp. lycopersici
	اللفحة البكتيرية	Xanthomonas vesicatoria
	الأنثراكنوز	Colletotrichum phomoides
البطاطس	الندوة المتأخرة	Phytophthora infestans
الفاصوليا	اللفحة الهالية	Pseudomoas phaseolicola
	العفن الرمادى	Botrytis cinerea
الكرفس	لفحة سبتوريا	Septoria apii
الخيار	تبقع الأوراق ذو الزوايا	Pseudomonas lachrymans
الكرنب	تثآلل الجذور	Plasmodiophora brassicae
	العفن الأسود	Xanthomonas campstris

الرى بالتنقيط

إن الهدف الرئيسى للرى بالتنقيط Trickle or Drip Irrigation هو توصيل الرطوبة الأرضية إلى السعة الحقلية فى منطقة محدودة حول النبات ؛ بغرض التوفير فى ماء الرى ، وذلك بتقليل الفقد بالرشح ، وتقليل التبخر السطحى بدرجة كبيرة (شكل ٩–٨) .

يضخ الماء فى أنابيب الرى تحت ضغط منخفض يكون غالباً ٥ ر١كجم / سم٢ . ويلاحظ أن الضغط يقل تدريجياً على امتداد خط أنابيب الرى ، نتيجة للاحتكاك بين الماء

وجدار الأنابيب . ويعالج ذلك بتسوية الأرض بحيث تكون منحدرة قليلاً نحو الطرف البعيد للأنابيب ، حيث يؤدى ذلك إلى معادلة النقص فى الضغط .



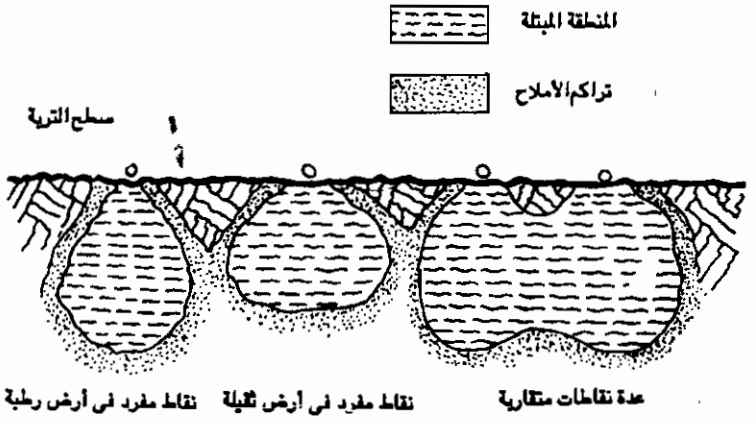
شكل (٩-٨) : رسم تخطيطى يوضح نظام وشبكة الرى بالتنقيط .

وعند الرى بالتنقيط (بمعدل ٢ - ٤ لترات / نقاط / ساعة فى حقول الخضر) يكون مقطع التربة المبتل بالماء بالونيا ، أى أن قطر الجزء المبتل بالماء يكون عند سطح التربة أقل منه فى منطقة نمو الجذور ، ثم يقل القطر مع التعمق فى التربة بعد ذلك (شكل ٩-٩) ، وتقل الحركة الأفقية للماء كلما زادت نفاذية التربة ؛ ولذا .. يكون الشكل العام للمقطع المبتل عمودياً وطولياً فى الأراضى الرملية .

يكون الرى بالتنقيط فى الأراضى الصحراوية حسب احتياج النبات والظروف الجوية ، ويتراوح من مرة أو مرتين يومياً فى الجو الحار إلى مرة كل يومين فى الجو البارد . ويفضل أن تكون الرية الرئيسية - التى تضاف معها الأسمدة - فى الصباح الباكر ، بينما تعطى الرية الثانية فى المساء .

يتراوح معدل الرى عادة من ٢٠ - ٢٥م^3 للفدان يومياً فى الجو الحار ، إلى نحو نصف هذه الكمية فى الجو البارد . ويعطى الحد الأدنى لكمية ماء الرى فى وجود الأغطية

البلاستيكية للتربة . ويفضل أن يكون توزيع مياه الرى بين ريتى الصباح والمساء بنسبة ٢ – ٥ر٢ : ١ على التوالى ، على ألا تزيد مدة رية الصباح على ساعة ونصف الساعة ؛ حتى لاتغسل الأسمدة المضافة بعيداً عن منطقة نمو الجذور .



شكل (٩-٩) : مقطع التربة المبتل بالماء ، وأماكن تراكم الأملاح ، فى حالة الرى بالتنقيط (عن Arab World Agibusiness – المجلد الثالث – العدد التاسع) .

ويعد الرى بالتنقيط – بالرغم من ارتفاع تكلفته الإنشائية – أفضل النظم لرى الخضر فى الأراضى الرملية . وفى أحيان كثيرة يكون هو الطريقة الوحيدة التى يمكن تطبيقها ، ويتحكم فى ذلك عاملان رئيسيان ، هما :

١ – الجانب الاقتصادى لارتفاع تكلفة مياه الرى ، وارتفاع تكلفة الإنتاج – عموماً – فى الأراضى الصحراوية ، بينما يوفر الرى بالتنقيط كثيراً فى مياه الرى ، وتصاحبه زيادة مؤكدة فى المحصول .

٢ – انتشار الأمراض – فى بعض الخضروات – عند اتباع طريقة الرى بالتنقيط .

ومن أهم مزايا الرى بالتنقيط مايلى :

١ - التوفير الكبير فى المياه ، لعدم حدوث أى فقد يذكر فى ماء الرى .

٢ - عدم فقد الأسمدة بالرشح ، وإضافتها بتركيزات مخففة مع ماء الرى .

٣ - غسل الأملاح بعيداً عن النباتات ، حيث تتجمع فى أطراف المنطقة المبتلة (شكل٩-٩) .

٤ - بقاء الرطوبة الأرضية فى منطقة نمو الجذور فى السعة الحقلية ، أو أقل من ذلك بقليل .

٥ - التوفير فى الأيدى العاملة لإمكان التحكم الآلى فى الرى .

٦ - زيادة المحصول بمقدار يتراوح من ٢٥ - ١٠٠٪ ، بسبب تجانس الرطوبة الأرضية طوال الموسم .

٧ - التوفير فى نفقات مكافحة الحشائش التى لا تنمو بين خطوط الرى بالتنقيط .

٨ - عدم الحاجة إلى آبار ذات تصريف عالٍ .

لكن الرى بالتنقيط يعيبه مايلى :

١ - إذا تأخرت الفترة بين الريات ، فإن امتصاص الجذور للماء يؤدى إلى دفع الأملاح من أماكن تجمعها عند أطراف المنطقة المبتلة - حول الجذور - فى حركة عكسية نحو الجذور ؛ لذا .. فإنه يجب تنظيم الرى ، بحيث تتوفر الرطوبة دائماً فى منطقة نمو الجذور .

٢ - قد تعمل الأمطار على غسل الأملاح نحو منطقة نمو الجذور ؛ لذا .. فإنه يجب استمرار الرى بالتنقيط حتى أثناء هطول الأمطار ، ليتسنى تخفيف تركيز الأملاح إلى المستوى المأمون طوال الوقت .

٣ - ارتفاع التكلفة الإنشائية .

٤ - احتمال انسداد المنقطات .

هذا .. وتوجد ثلاثة أسباب محتملة لانسداد المنقطات ، لكل منها وسائل العلاج الخاصة بها ، كما يلى :

١ - انسداد المنقطات بفعل حبيبات التربة أو المواد العضوية التى تتسرب مع الماء إلى شبكات الرى . ويتخذ لأجل ذلك الاحتياطات الضرورية بالترشيح مع استخدام مصدر جيد

لمياه الرى ، لكن يصعب التخلص من هذه الشوائب - بعد دخولها - إلا بفتح نهايات خطوط التنقيط ، مع استمرار ضخ الماء .

٢ - انسداد المنقطات بفعل الترسيب الكيميائى للمواد التى تدخل فى أنابيب الرى ، فمثلاً .. تتفاعل الأسمدة الفوسفاتية مع ما قد يوجد من كالسيوم فى مياه الرى ، لتكون أملاحاً غير ذائبة . وتعالج حالات الترسيب بحقن محلول مخفف من حامض النيتريك بتركيز ٢ر٠ فى الألف (٢٠٠ مل من الحامض لكل متر مكعب من الماء) بصفة دورية .

٣ - انسداد المنقطات من جراء النمو البكتيرى والطحلبى داخل النظام ، ويمكن الوقاية من هذه الحالة بحقن الكلور - بتركيز جزء واحد فى المليون - فى ماء الرى . أما إذا حدث الانسداد بالفعل .. فإنه يلزم حقن الكلور بتركيز ٢٠ - ٤٠ جزءاً فى المليون لمدة ٣٠ دقيقة على الأقل ، مع إدخال الماء المحتوى على الكلور قبل المرشحات . ويستخدم عادة هيبوكلوريت الصوديوم ، أو الكالسيوم كمصدر للكلور ، علما بأن الكلوراكس التجارى يحتوى على هيبوكلوريت صوديوم بنسبة ٢ر٥ ٪ ، كما يستعمل غاز الكلور .

وتستخدم المعادلة التالية لحساب معدل إضافة المصدرالتجارى للكلور :

معدل إضافة المركب التجارى باللتر فى الساعة

$$= \frac{\text{معدل الرى فى الشبكة باللتر فى الساعة} \times \text{التركيز المطلوب من الكلور فى مياه الرى بالجزء فى المليون}}{\text{النسبة المئوية لتركيز الكلور فى المركب التجارى المستخدم}}$$

هذا .. ومن الضرورى - عند اتباع نظام الرى بالتنقيط - غسيل الأملاح التى تتراكم فى التربة سنوياً ، ويجرى ذلك إما بطريقة الغمر ، وإما باستعمال رشاشات متنقلة لهذا الغرض.

الفصل العاشر

التسميد

تعد جميع الأراضى الصحراوية فقيرة - بطبيعتها - من حيث محتواها من المادة العضوية ، والعناصر الغذائية التى تحتاج إليها النباتات ، مع انخفاض سعتها التبادلية الكاتيونية بشدة ، وارتفاع نفاذيتها للماء بدرجة كبيرة ، لذا .. فإن نجاح زراعة الخضر فى هذه الأراضى يتوقف على التسميد الجيد الذى يجب أن يراعى فيه مايلى :

١ - الاهتمام بالتسميد العضوى لبناء التربة ، وزيادة سعتها التبادلية الكاتونية وقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة .

٢ - رفع معدلات التسميد الكيميائى لتعويض النقص الحاد فى خصوبة التربة .

٣ - إعطاء الأسمدة فى جرعات صغيرة على فترات متقاربة لتجنب فقدها بالرشح .

٤ - الاهتمام بالتسميد بالعناصر الدقيقة إما فى صورة مخلبية - لكى لا تثبت فى التربة القلوية والجيرية - وإما رشاً على الأوراق .

طرق التعرف على حاجة محاصيل الخضر إلى التسميد

يمكن تعرف حاجة محاصيل الخضر إلى التسميد بالوسائل التالية :

١ - ملاحظة أعراض نقص العناصر

سبق وصف أعراض نقص مختلف العناصر الغذائية - فى محاصيل الخضر - فى الفصل الثانى . ويعاب على الاعتماد على أعراض نقص العناصر كدليل للحاجة إلى

التسميد أن مجرد ظهور أعراض نقص عنصر ما يعد دليلاً قوياً على أن النبات يعانى بالفعل من جراء نقص هذا العنصر ؛ الأمر الذى ينعكس سلبياً على المحصول المتوقع من هذا النبات ، حتى بعد أن يتم تصحيح هذا النقص .

وتجدر الإشارة – فى هذا المقام – إلى أن بعض حالات نقص العناصر قد تتشابه وتختلط بحالات أخرى ، كمايلى :

أ – قد تؤدى زيادة امتصاص النبات لبعض العناصر – بسبب توفرها فى التربة – إلى ظهور أعراض نقص بعض العناصر الأخرى ، برغم توفرها فى التربة ، فمثلاً :

(١) تؤدى زيادة عنصر الفوسفور إلى ظهور أعراض نقص عنصرى الزنك والحديد .

(٢) تؤدى زيادة أى من عناصر البوتاسيوم ، أو الصوديوم ، أو المغنيسيوم إلى ظهور أعراض نقص الكالسيوم .

(٣) تؤدى زيادة عنصر البوتاسيوم إلى ظهور أعراض نقص المغنيسيوم .

ب – قد تؤدى زيادة امتصاص بعض العناصر إلى حدوث تسمم بالنبات ، وظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص بعض العناصر الأخرى ، فمثلاً :

(١) تتشابه أعراض التسمم بأى من عنصرى الصوديوم ، أو الكلور مع أعراض نقص البوتاسيوم ، ويكون ذلك على صورة احتراق بحواف الأوراق .

(٢) تتشابه أعراض التسمم بأى من عناصر الزنك ، أو النحاس ، أو المنجنيز بأعراض نقص الحديد .

(٣) تتشابه أعراض التسمم بالألومنيوم (فى الأراضى الحامضية) بأعراض نقص الفوسفور .

جـ – قد تؤدى بعض الظروف البيئية إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص بعض العناصر ، فمثلاً :

(١) تُحدث الحرارة المنخفضة أعراضاً شبيهة بأعراض نقص عنصر الفوسفور ، ويكون

ذلك بظهور صبغات قرمزية محمرة .

(٢) يؤدى التعرض للرياح ، أو للجفاف إلى ظهور احتراق بحوافّ الأوراق يكون شبيهاً بأعراض نقص البوتاسيوم .

(٣) يؤدى سوء الصرف إلى ظهور أعراض تتشابه مع أعراض نقص عدد من العناصر، مثل : اللون القرمزى الذى يتشابه مع أعراض نقص الفوسفور ، واللون الأصفر الذى يتشابه مع نقص النيتروجين ، واحتراق حواف الأوراق الذى يتشابه مع نقص البوتاسيوم ، والاصفرار الجزئى للأوراق الذى يتشابه مع أعراض نقص كل من عنصرى الحديد والمنجنيز .

د - قد تؤدى بعض الإصابات المرضية والحشرية إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص العناصر . فمثلاً :

(١) تؤدى أعفان الجذور وأمراض الذبول إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص عنصرى النيتروجين (اصفرار الأوراق السفلى) ، والبوتاسيوم (احتراق حواف الأوراق) .

(٢) تؤدى عديد من الإصابات الحشرية - خاصة المن - إلى حدوث تشوهات بالأوراق تشبه أعراض نقص عنصر البورون .

(٣) تؤدى الإصابة بالعنكبوت الأحمر إلى ظهور لون برونزى شاحب يُخفى معه أعراض نقص بعض العناصر .

(٤) تتشابه أعراض الإصابة بفيروسات الاصفرار إلى حد كبير مع أعراض نقص عنصر المغنيسيوم (اصفرار بين العروق فى الأوراق السفلى) .

(٥) تؤدى إصابة البطاطس بالرايزوكتونيا إلى التفاف حواف الأوراق العلوية فيما يشبه أعراض نقص عنصر الكالسيوم (Douglas ١٩٨٥) .

٢ - تحليل التربة

يستفاد من تحليل التربة فى تقدير محتواها من العناصر الغذائية ، ومن ثم فى تقدير

مدى الحاجة إلى التسميد . ويُقتدى فى هذا الشأن بمستويات العناصر التى يجب أن تتوفر فى التربة للنمو الجيد ، كما هو مبين فى جدولى (١٠-١) ، و (١٠-٢) ، علما بأن الأراضى الرملية تعد فقيرة من حيث محتواها من جميع العناصر الغذائية اللازمة للنمو النباتى (جدول ٢ - ٤) .

جدول (١٠-١) : المستويات المنخفضة والمعتدلة والمرتفعة من العناصر الغذائية الأولية فى التربة (عن Minges وآخرين ١٩٧١) .

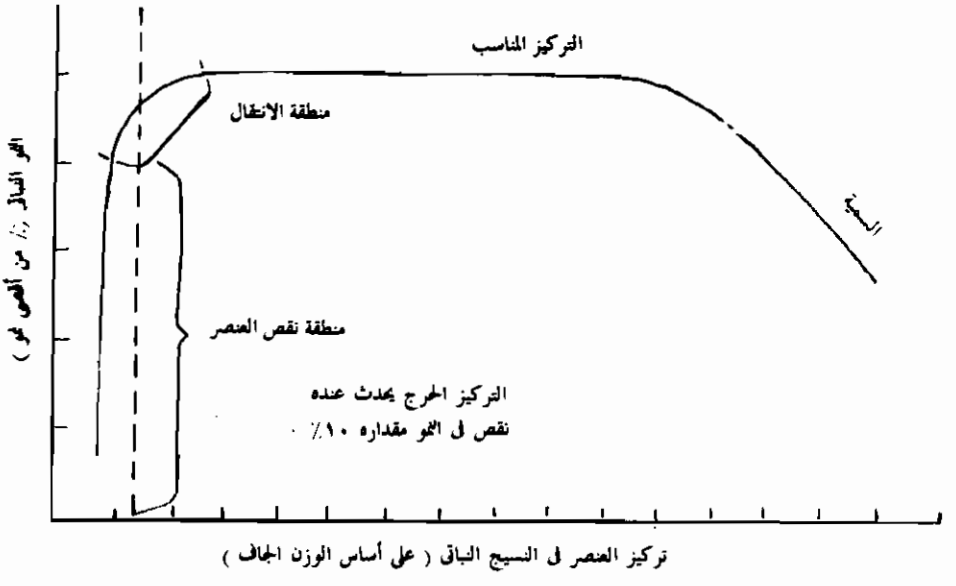
العنصر	مستويات العنصر بالكجم / فدان		
	منخفض	معتدل	مرتفع
النترات (NO_3)	صفر - ١٢	١٢ - ٣٦	٣٦ - ٤٨
الفوسفور الذائب (P)	صفر - ١٥	١٥ - ٤٥	٤٥ <
البوتاسيوم المتبادل (K)	صفر - ٩٠	٩٠ - ١٨٠	١٨٠ <

جدول (١٠-٢) : مستويات التربة من العناصر الدقيقة التى يجب أن تتوفر للنمو الجيد (عن Buckman & Brady ١٩٦٠) .

العنصر	المدى الطبيعى		المستوى المعتدل
	(٪)	(جزء فى المليون)	(جزء فى المليون)
الحديد	٥ر٠ - ٥ر٠	٥٠٠٠ - ٥٠٠٠٠	٢٥٠٠٠
المنجنيز	٠٢ر٠ - ١ر٠	٢٠٠ - ١٠٠٠٠	٢٥٠٠
الزنك	٠٠١ر٠ - ٠٢٥ر٠	١٠ - ٢٥٠	١٠٠
البورون	٠٠٠٥ر٠ - ٠١٥ر٠	٥ - ١٥٠	٥٠
النحاس	٠٠٠٥ر٠ - ٠١٥ر٠	٥ - ١٥٠	٥٠
الموليبدنم	٠٠٠٠٢ر٠ - ٠٠٠٥ر٠	٢ر٠ - ٥	٢
الكلور	٠٠١ر٠ - ١ر٠	١٠ - ١٠٠٠	٥٠

٢ - تحليل النبات

يتناسب النمو النباتي مع محتوى النبات من العناصر الغذائية ، كما هو مبين في شكل (١٠-١) . فلكل عنصر تركيز حرج Critical Concentration في النبات ، وهو ذلك التركيز الذي يصاحبه نقص في النمو النباتي بمقدار ١٠٪ عن النمو الطبيعي . وتبدأ أعراض نقص العنصر في الظهور مع نقص تركيزه في النبات عن هذا الحد الحرج . وتفصل منطقة انتقال Transition Zone ما بين التركيز الذي تظهر عنده أعراض نقص العنصر ، والتركيز الذي يصاحبه النمو الطبيعي . ومع زيادة تركيز العنصر في النبات ، فإنه يصبح ساماً ، ويقل النمو النباتي تبعاً لذلك (Ulrich ١٩٧٨) .



شكل (١٠-١) : العلاقة بين النمو النباتي وتركيز العنصر السمادي بالأنسجة النباتية .

ويمكن بواسطة تحليل النبات - تعرف مستويات العناصر الغذائية المختلفة به . وبمقارنة نتائج التحليل بما يجب أن يكون عليه مستوى العناصر الغذائية في النبات (جدول ١٠-٣) ، فإنه يمكن تقدير مدى الحاجة إلى التسميد .

ومن أكبر عيوب الاعتماد على تحليل النبات في تقدير الحاجة إلى التسميد أن معظم الخضروات سريعة النمو ، وأنه نادراً ما تظهر أعراض نقص العناصر قبل أن تصل

النباتات إلى مرحلة منتصف نموها ، وحينئذ يكون النمو سريعاً ، ومع إجراء التحليل يكون الوقت قد أصبح متأخراً ، خاصة بالنسبة للتسميد الفوسفاتى والبوتاسى .

جدول (١٠-٣) : المستوى الطبيعى للعناصر الغذائية المختلفة فى السيقان أو أعناق الأوراق (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

المحصول	العنصر بالجزء في المليون				
	النيتروجين	الفوسفور	البوتاسيوم	المغنسيوم	الكالسيوم
الفاصوليا	٤٩١	٨٣	٤٠٧٨	١٨٠	٦٩٠
فاصوليا الليما	٨٥٥	١٤١	٥٣٨٩	٢٥٢	١٥٤١
البنجر	١٥٦٠	٦٥	١١٣٢٠	٦٨	٨٤
البروكولى	٢٤٨	٢١٢	٣٧٦٤	١٤٧	٦٤٣
الكرنب	١٢٢٠	١٤٠	٣٤١٠	٢٣٤	٩٦٦
القنبيط	٦٠٠	١٠٩	٣٣١٩	٩٥	—
الكرفس	٣٩٣	٤٠٨	٤١٤٨	٢٦٨	٧٥٠
الذرةالسكرية	٤٤٨	٣٤٣	٥٦٨٣	١٥٨	٣٦٣
اللوبيا	٤٤٧	٢١٥	٣٨٤٦	١٧٩	١٦٦٧
الخيار	١٣٣	٢١٥	٢٥٠٢	٤١١	٦٧٦٣
الباذنجان	١٤٣٣	٢٨٧	٤٣٨١	١١٨	١٥٤٤
الخس	٥٣١	٧٢	٣٢٥٢	١٠٧	١٢٧
القاوون	١١١٧	٦٦	١٥٨٦	٨٥	١١٥٠
البصل	٤٩	١١٤	٢١٦١	٢٥١	٨١١
البقدونس	١٥٤	٢١٧	١٠٣٨	١٤٧	١١٤٣
الفلفل	١٠٤٤	١٠٧	٥٦٥٢	٣٩٧	١٩٤
البطاطس	٧٧٤	٩٤	٥٦٠٢	٢١٢	١١٠٧
الفجل	٣٠٧	٨٣	٣٠١٥	٢٨٧	١١٨٣
السبانخ	٧٨٩	٣٨١	٥٧١٦	٣١٤	٢٠٣
البطاطا	١٥٣	٩٤	٣١٤٤	١٦٧	٧١٣
الطماطم	٧٤٠	١٥٩	٤١٦٧	٣٣٩	٣٨٣٧
اللفت	٢٤٩٠	٢٠٠	٣٨٧٨	٣٨٢	١٦٢٨

الأسمدة العضوية

أهمية التسميد العضوى

١ – تقوم البكتيريا التى تحلل المادة العضوية بإنتاج الدبال humus ، وهو مجموعة من المواد الكربوهيدراتية المعقدة التى تعمل على لصق حبيبات التربة ببعضها البعض ، ويزيد من تماسك الأراضى الرملية الخفيفة ومن قدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة ، ذلك لأن جزيئات الدبال ذات سطح كبير محب للماء ، قادر على امتصاص كميات كبيرة منه .

٢ – وتعد المادة العضوية مصدراً للغذاء والطاقة بالنسبة للكائنات الدقيقة التى تعيش فى التربة . ويؤدى تنويع مصادر الأسمدة العضوية المضافة إلى تنويع هذه الكائنات ، كما تعمل الكائنات الدقيقة التى تحلل المادة العضوية على إنتاج مضادات حيوية أثناء نموها ، ولذلك تأثيره فى النباتات ، وفى التوازن بين الكائنات الدقيقة المفيدة والضارة فى التربة .

٣ – وأخيرا .. فإن المادة العضوية المضافة تؤثر فى خصوبة التربة بطرق مباشرة وغير مباشرة كمايلى :

أ – تزيد المادة العضوية من خصوبة التربة عند تحللها ، حيث يتيسر مابها من عناصر لامتصاص النبات .

ب – يتكون عند تحلل المادة العضوية بعض الأحماض التى تساعد على زيادة تيسر بعض العناصر مثل الفوسفور .

جـ – تتيسر العناصر الموجودة فى المادة العضوية – خاصة الآزوت – ببطء ، ولذلك أهميته فى الأراضى الرملية التى تتعرض فيها الأسمدة للفقد بالرشح .

د – يزيد الدبال من السعة التبادلية الكاتونية للتربة ؛ ولذلك أهمية كبيرة فى الأراضى الرملية .

أنواع الأسمدة العضوية

تتنوع الأسمدة حسب مصادرها ومكوناتها كمايلى :

١-الأسمدة الناتجة من مخلفات الحيوانات الزراعية Animal Manure

وهى جميع الأسمدة التى تتكون أساساً من مخلفات حيوانات المزرعة ، والمبينة فى جدول (١٠-٤) . يتضح من الجدول اختلاف الأسمدة العضوية الحيوانية فى محتواها من كل من النيتروجين والفوسفور . وأغناها بالنيتروجين تلك المتحصل عليها من الرومى ، والبط، والأوز، والدجاج . وأفقرها هى المتحصل عليها من الماشية ، والخيل . وأغنى الأسمدة الحيوانية بالفوسفور سماد البط ، وأفقرها سماد الماشية . هذا .. بينما تعد جميع الأسمدة العضوية الحيوانية فقيرة نسبياً فى محتواها من البوتاسيوم . ويتضح بصورة عامة أن سماد الأغنام أغنى فى النيتروجين والفوسفور من سماد الماشية ، وأن سماد البط ، والدجاج ، و الرومى من أفضل الأسمدة ، وأن أفقرها سماد الماشية والخيل . وفى مصر يطلق اسم " سماد بلدى " على سماد الماشية . و"سبلة" على سماد الخيل ، و "سماد الكتكوت" على مخلفات الدواجن و " رسمال" على زرق الحمام .

جدول (١٠-٤) : محتوى الأسمدة العضوية الناتجة من مخلفات الحيوانات الزراعية من كل من النتيروجين (N) ، والفوسفور (P_2O_5) والبوساتيوم (K_2O) .

نوع السماد الحيوانى (المخلفات)	محتوى السماد (كجم / طن) من كل من			
	الرطوبة (٪)	N	P_2O_5	K_2O
الماشية	٨٦	٥	١ر٥	٤ر٥
البط	٦١	١٠	١٣	٤ر٥
الأوز	٦٧	١٠	٥	٤ر٥
الدجاج	٧٣	١٠	٨	٤ر٥
الخيل	٨٠	٦	٢	٤ر٥
الأغنام	٦٨	٩	٧	٣ر٥
الرومى	٧٤	١٢	٦	٤ر٥

يستخدم زرق الحمام فى تسميد حقول الخضر ، وهو سماد عضوى كامل يحتوى على ٤ ٪ نيتروجيناً ، و ٥ ٪ P_2O_5 ، و ٣ ٪ K_2O . ويلاحظ أنه أغنى - بعناصره الغذائية

الأولية – بكثير جداً من الأسمدة السابقة الذكر . وهو يستخدم بكثرة فى تسميد البطيخ والشمام.

٢ – المكمورة أو الكومبوست Compost

وهى تحوى – إلى جانب المخلفات النباتية – بعض المخلفات الحيوانية بعد تركهما معاً إلى أن تتحلل مكونات المكمورة من المادة العضوية . يستفاد عند تحضير المكمورة من كل مخلفات المزرعة ، مثل بقايا النباتات ، والقمامة ، والقش ، والحشائش ، وكذلك المخلفات الحيوانية إن وجدت . يضاف إلى كل طن من المادة العضوية نحو ٢٠ كجم سلفات نشادر ، و ٤ كجم سوبر فوسفات ، و ٢٠ كجم كربونات كالسيوم ، ويخلط كل ذلك مع نحو ١٠٠ كجم من التربة .

وتزداد مقادير الآزوت والفوسفور المضافة بزيادة نسبة الكربون إلى النيتروجين فى عناصر المكمورة . وترجع أهمية كربونات الكالسيوم المضافة إلى كونها تعمل على معادلة الأحماض التى تتكون أثناء تحلل المادة العضوية .

ترش كومة المكمورة بالماء أثناء خلط مكوناتها ، ويحافظ على رطوبتها بصورة دائمة باستمرار رشها بالماء كلما احتاج الأمر لتشجيع تحلل المادة العضوية ، مع مراعاة عدم زيادة الرطوبة أكثر من اللازم . والرطوبة المثلى هى تلك التى تتسبب فى ترطيب اليد ، دون أن يتساقط الماء عندما يضغط باليد على عينة من السماد من على عمق ٢٠سم تقريباً .

يراعى تقليب الكومة جيداً بعد شهر ونصف من تجهيزها ، ثم بعد شهر آخر ، ثم بعد ١٥ يوماً أخرى إذا لزم الأمر . ويستلزم تمام التحلل نحو ٢ – ٥ ر٢ شهراً فى الجو الدافىء.

وتتوفر تحضيرات تجارية من الكومبوست تقوم بتصنيعها شركات متخصصة ، كما يُصَنَّع الكومبوست من مخلفات المدن من القمامة . وتعرف جميع تحضيرات الكومبوست بالسماد العضوى الصناعى Artificial Manure .

وبصورة عامة ، فإن الكومبوست غير المخصب بالأسمدة يعد فقيراً جداً من حيث محتواه من جميع العناصر الغذائية الضرورية للنبات مقارنة بالأسمدة العضوية الحيوانية ، وتنحصر

فائدته الرئيسية فى كونه مادة عضوية تحسن من قدرة التربة الرملية على الاحتفاظ بالرطوبة، وتزيد سعتها التبادلية الكاتيونية .

٣ - الأسمدة الخضراء Green Manure

الأسمدة الخضراء هى تلك التى تزرع لغرض قلبها فى التربة بعد نموها وليس لغرض أخذ محصول منها . وأنسب النباتات لهذا الغرض هى أسرعها نمواً ، وأكثرها إنتاجاً للمادة العضوية ، وأكثرها تشعباً للمجموع الجذرى . وتستخدم المحاصيل البقولية - كاللوبيا - عادة لهذا الغرض ، بسبب ما تضيفه إلى التربة من آزوت ، إلا أن أساس المفاضلة بين الأنواع المحصولية يجب أن يكون سرعتها فى إنتاج المادة العضوية ، لأن الآزوت يمكن توفيره - بتكلفة منخفضة نسبياً - من الأسمدة الكيميائية .

تكون زراعة المحصول الأخضر كثيفة ، ويسمد جيداً للحصول على أكبر قدر من النمو الخضرى ، علما بأن تلك الأسمدة تعود إلى التربة مرة أخرى مع السماد الأخضر بعد تحلله فيها.

يقلب المحصول المزروع كسماد أخضر فى التربة قبل أن يصل إلى مرحلة الإزهار والإثمار ؛ ليكون غضا ومنخفضاً فى نسبة الكربون إلى النيتروجين ؛ وهما عاملان يسهمان فى سرعة تحلل المادة العضوية وزيادة كمية الدبال التى تخلفها فى التربة . كذلك تزيد سرعة التحلل بارتفاع كل من درجة الحرارة ، ونسبة الرطوبة فى التربة .

ويفضل دائماً إضافة كمية من السماد الآزوتى عند قلب السماد الأخضر فى التربة بمعدل ١٠ كجم نتيروجيناً / طن من المادة الجافة المقلوبة ، لإسراع التحلل ، وحتى لايحدث فقر مؤقت فى آزوت التربة . ولايلزم هذا الإجراء عند التسميد الأخضر بالأسمدة البقولية الغنية بالآزوت . كذلك يراعى تقطيع النباتات إلى أجزاء صغيرة ، ثم حرثها فى التربة ، بحيث لاتظهر فوق سطحها ، وترى الحقل بغزارة بعد قلبها فى التربة . ويسمح عادة بفترة لا تقل عن شهرين بين قلب المحصول الأخضر فى التربة ، وزراعة المحصول الجديد ، حتى يتم التحلل .

طريقة التسميد العضوى

تضاف الأسمدة العضوية - دائماً - فى باطن خط الزراعة ، بالنسبة للخضر التى تزرع على مسافات واسعة (عندما لا تقل المسافة بين خطوط أو مصاطب الزراعة عن ٦٠ سم) ، بينما تضاف نثراً - مع تقليبها فى التربة - بالنسبة للخضر التى تزرع على خطوط ضيقة (تقل عن ٦٠سم) ، أو عندما تضاف كميات كبيرة جداً من المادةالعضوية تصل إلى ٨٠ - ١٠٠ م^{3} للفدان .

ولإضافة السماد فى باطن خط الزراعة .. تخطط الأرض أولاً ، ثم يضاف السماد فى قنوات الخطوط ، ثم يعاد فتح الخطوط بحيث تصبح الخطوط السابقة هى قنوات الخطوط الجديدة ؛ وبذا .. يصبح السماد العضوى فى باطن خطوط الزراعة .

كمية الأسمدة العضوية

إن التسميد العضوى - كما سبق الذكر - يعد أمراً أساسياً بالنسبة لزراعة الخضر فى الأراضى الصحراوية . وتتوقف كمية السماد التى تجب إضافتها على العوامل التالية :

١ - إمكانات المزارع المادية ، ومدى رغبته فى سرعة بناء التربة الرملية .

٢ - المحصول المزروع ومدى استجابته للتسميد العضوى .

٣ - مدة بقاء المحصول فى الأرض .

وكقاعدة .. يسمد المحصول الذى يبقى فى الأرض لمدة ٥ - ٦ أشهر بنحو ٣٠م^{3} من السماد البلدى (سماد الماشية) للفدان . وبذا .. يحصل الفدان الواحد على نحو ٦٠م^{3} من السماد البلدى سنوياً بفرض زراعته بمحصولين متتابعين . وإذا كانت مدة بقاء المحصول الثانى فى الأرض قصيرة (لا تزيد على ثلاثة أشهر) ، يكون من الأفضل زيادة كميات السماد البلدى المضافة إلى المحصول الأول إلى نحو ٤٠م^{3} للفدان ، مع زراعة المحصول التالى بدون إضافات جديدة من الأسمدة العضوية ، أو إضافة ٥م^{3} فقط من سماد زرق الدواجن (السريع التحلل) للفدان ، وبذا .. تتحقق فائدتان ، هما :

١ - استفادة المحصول الأول - الذى يبقى فى الحقل فترة طويلة - من الأسمدة العضوية المضافة .

٢ - تجنب عدم استفادة المحصول الثانى - الذى يبقى فى الحقل فترة قصيرة - من

الأسمدة البلدية التى تضاف إليه ؛ حيث يحصد المحصول قبل اكتمال تحلل تلك الأسمدة - مع استفادته من السماد العضوى الذى أضيف إلى المحصول السابق ، الذى يكون قد اكتمل تحلله فى التربة .

وتشذ بعض محاصيل الخضر - كالبطاطس والشليك - عن القاعدة العامة ؛ نظراً لأنها تستجيب بشدة إلى التسميد العضوى . فالبرغم من أن مدة بقاء نبات كالبطاطس فى الأرض تتراوح من ٩٠ يوماً - ١١٠ أيام ، إلا أن محصولها يزداد زيادة اقتصادية بزيادة كمية السماد العضوى المضاف إليها من ٣٠ - ٨٠ م^3 للفدان . ويعد التسميد بنحو ٥٠م^3 للفدان هو المعدل الوسط لهذا المحصول فى الأراضى الصحراوية . هذا .. ويستفيد المحصول التالى للبطاطس فى الدورة من الأسمدة العضوية التى أضيفت إلى البطاطس ، كما تقل حاجته إلى إضافات جديدة منها . .

يشترط فى السماد البلدى المستعمل أن يكون تام التحلل ، وخالياً من بذور الحشائش ومسببات الأمراض ، فإن لم يكن كذلك .. وجب أن يحل محله زرق الدواجن .. مع تخفيض كمية السماد المضافة منه إلى الثلث (أى حوالى ١٠م^3 فقط للفدان) ؛ ويرجع السبب فى ذلك إلى أن سماد زرق الدواجن أسرع تحللا من سماد الماشية ، ويزيد عليه بمقدار الضعف فى محتواه من عنصر النيتروجين ، كما يزيد عليه بخمسة أضعاف فى محتواه من عنصر الفوسفور ، بينما يتساوى ، السمادان فى محتوى كل منهما من عنصر البوتاسيوم .

ويفضل دائماً - عند توفر سماد بلدى تام التحلل ، وخالٍ من بذور الحشائش ومسببات الأمراض - خلطه مع سماد زرق الدواجن بنسبة ٣ سماد بلدى : ١ سماد زرق دواجن ، مع الأخذ فى الحسبان أن وحدة الحجم من سماد زرق الدواجن تعادل فى قيمتها السمادية حوالى ثلاثة أمثالها من السماد البلدى (سماد الماشية) . وبذا .. إذا كانت كمية السماد البلدى الموصى بها ٣٠م٣ للفدان .. فإنه يكون من المفضل استعمال ١٥م٣ فقط منه ، واستبدال الـ ١٥م^3 الأخرى بنحو ٥م^3 من سماد زرق الدواجن ، أى بنسبة ٣ : ١ من السمادين ، على التوالى .

وكقاعدة استرشادية .. يضاف السماد العضوى فى بطن خط الزراعة بمعدل متر مكعب واحد لكل ١٢٠م طولياً من خط الزراعة ، عندما تكون الكمية الموصى بها ٣٠م^3 للفدان ، والمسافة بين خطوط الزراعة ١٢٠سم .

الأسمدة الكيميائية

تشتمل الأسمدة الكيميائية Fertilizers على كل المركبات التى تضاف إلى التربة ،أو تستخدم رشاً على النباتات بهدف تغذيتها . ويستبعد من ذلك الأسمدة العضوية ، والمركبات التى تستخدم فى تعديل الرقم الأيدروجينى للتربة .

ويُعوّل كثيراً على الأسمدة الكيميائية فى تعويض النقص الحاد فى العناصر الغذائية الذى يكون سائداً فى الأراضى الصحراوية ، وفى زيادة غلة الفدان بها إلى مستوى يتناسب مع زيادة التكلفة الإنتاجية – بسبب الزيادة الكبيرة فى تكلفة الرى – بحيث تكون اقتصادية.

الأسمدة الكيميائية البسيطة

الأسمدة الكيميائية البسيطة هى تلك التى تتكون من مركب كيميائى واحد ، وتحتوى على عنصر أو أكثر من العناصر الغذائية التى يحتاج إليها النبات . ويوضح جدول (١٠–٥) نسبة ما تحتويه بعض الأسمدة البسيطة من العناصر السمادية الرئيسية ، وهى : النيتروجين ، والفسفور ، والبوتاسيوم . كما يبين جدول (١٠–٦) أهم الأسمدة البسيطة المستخدمة كمصادر لبقية العناصر الغذائية التى يحتاج إليها النبات .

جدول (١٠–٥) : محتوى بعض الأسمدة البسيطة من عناصر النيتروجين ، والفسفور ، والبوتاسيوم .

السماد	النسبة المئوية لمحتوى السماد من عناصر		
	النيتروجين (N)	الفوسفور (P_2O_5)	البوتاسيوم (K_2O)
حامض النيتريك	١٥ر٦		
اليوريا	٤٢ – ٤٦		
نترات النشادر	٣٣ر٠		
نترات الكالسيوم	١٥ ر ٥		
سلفات النشادر	٢٠ ر ٠		
نترات الجير المصرى	١٥ ر ٥		
نترات النشادر الجيرية	٣١ ر ٠		
فوسفات أحادى الأمونيوم	١١	٤٨ ر ٥	
حامض الفوسفوريك ٧٥ ٪		٥٤ ر ٥	
سوبر فوسفات عادى		١٦ – ٢٠	
تربل سوبر فوسفات		٤٢ – ٤٧	
سلفات البوتاسيوم			٤٨ – ٥٢

جدول (١٠-٦) : الأسمدة المستخدمة كمصادر للعناصر الغذائية غير النيتروجين ، والفوسفور، والبوتاسيوم .

العنصر والسماد ونسبة العنصر في السماد	الكمية المناسبة عند التسميد عن طريق التربة (كجم / فدان)	رشاً (كجم/٤٠٠ لتر ماء)
الكالسيوم :		
الجبس الزراعي ٢٢ر٥ ٪ كالسيوم - السوبر فوسفات العادي (٢٠ر٤٪كالسيوم)	تختلف الكمية حسب السماد والغرض من الاستعمال	—
تريبل سوبر فوسفات (١٤ ٪ كالسيوم)	—	
كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ (يحوى ٣٦ر١ ٪ كالسيوم)	—	٥ ر٢ - ٥
نترات الكالسيوم $Ca(NO_3).2H_2O$ (يحوى ٢٠٪ كالسيوم)	—	٥ ر٢ - ٥
المغنسيوم :		
كبريتات المغنسيوم $MgSO_4.7H_2O$ (يحوى ٩ر٨ ٪ مغنسيوم)	٧٥ - ١٠٠	٥ - ٧
الكبريت :		
سلفات الأمونيوم - سلفات البوتاسيوم - الجبس الزراعي - السوبر فوسفات .	تختلف الكمية حسب السماد والغرض من الاستعمال	—
الحديد :		
كبريتات الحديدوز $FeSO_4.7H_2O$ (يحوى ٢٠ ٪ حديد)	٥ - ١٠	١ ر٥ - ١
حديد مخلبى EDTA (يحوى ٩ - ١٢٪ حديد)	٩ - ١٨	٢٥ ر٠ - ٥ ر٠
حديد مخلبى EDDHA (يحوى ٦ ٪ حديد)	—	٥ ر٠
النحاس :		
كبريتات النحاس $CuSO_4.5H_2O$ (يحوى ٥ ر٢٥ ٪ نحاس)	١٢ - ٢٤	١ ر٥ - ٢
أكسيد النحاس CuO (يحوى ٧٩ر٦ ٪ نحاس)	٤ - ٨	—
نحاس مخلبى EDTA (يحوى ١٢ ٪ نحاس)	—	٢٥ ر٠ - ٥ ر٠
الزنك :		
كبريتات الزنك $ZnSO_4.7HO$ (يحوى ٢٢ر٧ زنك)	٥ - ٢٠	١ - ٢
زنك مخلبى EDTA (يحوى ١٠ ٪ زنك)	٧ - ١٨	٢٥ ر٠ - ٥ ر٠
المنجنيز :		
سلفات المنجنيز $MnSO_4.4H_2O$ (يحوى ٦ ر ٢٤ منجنيز)	١٠ - ١٥	١ - ٢
منجنيز مخلبى EDTA (يحوى ١٢ ٪ منجنيز)	—	٢٥ ر٠ - ٥ ر٠
الموليبدنم :		
موليبدات الأمونيوم $(NH_4)_2MO\ O_4$ (يحوى ٤٨ر٩ موليبدنم)	١ - ٢	١٢٥ ر٠ - ٢٥ ر٠
موليبدات الصوديوم $Na_2\ MO_4.2HO$ (يحوى ٣٩ر٧ موليبدنم)	٢٥ ر٠ - ٥ ر٠	١٢٥ ر٠ - ٢٥ ر٠
البورون :	٥ - ١٢	١ ر٥ - ٢
البوراكس $Na_2\ B_4O\ .\ 10H_2O$ (يحوى ٦ر١٠ بورن)	—	١ - ٥ ر١
حامض بوريك (يحوى ١٧ ٪ بورن)		

الأسمدة الكيميائية المركبة

تحتوى الأسمدة المركبة على أكثر من عنصر سمادى ، وتحضر بخلط اثنين أو أكثر من الأسمدة البسيطة معاً بنسب معينة وبصورة متجانسة ، بحيث يحتوى السماد المركب على نسبة معينة من كل من العناصر السمادية المرغوبة .

وتستخدم المصطلحات التالية فى وصف الأسمدة المركبة .

١ – المعادلة السمادية Fertillizer Formula :

هى الكميات الفعلية من المركبات الداخلة فى تركيب طن من السماد المركب ، وهى المركبات التى يطلق عليها اسم المواد الحاملة .

٢ – تحليل السماد Fertillzer Analysis (أو درجة السماد Fertilizer Grade) ، هو النسبة المئوية لكل من النيتروجين (N) ، والفوسفور فى صورة P_2O_5 ، والبوتاسيوم فى صورة K_2O فى السماد المركب ، ويعبر عنها بثلاثة أرقام ، مثل : ٥ – ١٠ – ٥ ، حيث تشير الأرقام الثلاثة لكل من : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم فى السماد على التوالى . وقد يوجد أحياناً رقم رابع يشير إلى النسبة المئوية للمغنيسيوم فى صورة MgO، ورقم خامس يشير إلى النسبة المئوية للكالسيوم فى صورة CaO .

والسماد المركب قد يكون ذا تحليل منخفض إذا كان مجموع النسب المئوية لعناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم به ٢٠ أو أقل ، وقد يكون ذا تحليل مرتفع إذا زاد مجموع هذه النسب على ٢٠ .

٣ – النسبة السمادية Fertilizer Ratio

هى نسبة العناصر السمادية الثلاثة (النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم) إلى بعضها البعض فى السماد المركب . فمثلاً .. عندما يكون تحليل السماد ٥ – ١٠ – ٥ تكون نسبته السمادية ١ – ٢ – ١ .

الأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر

الأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر Slow Release Fertilizers هى إما أسمدة ذات

قابلية ضعفية جداً للذوبان فى الماء ، وإما أسمدة تتيسر فيها العناصر الغذائية فى صورة صالحة للامتصاص ببطء شديد ، وفى كلتا الحالتين تتيسر العناصر الغذائية للنباتات بقدر حاجتها إلى هذه العناصر ، وعلى مدى فترة زمنية طويلة تمتد من ثلاثة أسابيع إلى عدة سنوات ؛ الأمر الذى يقلل كثيراً من فرصة تثبيتها فى التربة ، ومن فقدها فى ماء الصرف ، ومن أهم أنواع هذه الأسمدة مايلى :

١ - الأسمدة المخلبية Chelated Fertilizers

توجد العناصر الضرورية اللازمة للنبات فى الأسمدة المخلبية - فى صورة مركبات مخلبية chelated compounds ، أو sequestring agents .

والمركبات المخلبية عبارة عن مركبات عضوية حلقية مرتبطة بمعدن أو أكثر بشدة تتفاوت من مركب مخلبى لآخر . وهى قابلة للذوبان فى الماء . والمستعمل منها فى الأغراض الزراعية يتحلل فى الماء ببطء شديد . وتعمل المركبات المخلبية على منع تثبيت العناصر فى التربة . فبرغم قابليتها للذوبان فى الماء ، إلا أنها بطيئة التحلل بدرجة كبيرة ، وبذلك يتيسر العنصر لامتصاص النبات ، دون أن يفقد بالتثبيت . هذا .. وتدمص المركبات المخلبية على سطح حبيبات الطين .

ومن المركبات المخلبية الشائعة الاستعمال فى الزراعة ما يلى :

ethylene diamine tetra acetic acid (EDTA)

diethylene triamine penta acetic acid (DTPA)

cyclohexane diamine tetra acetic acid (CDTA)

ethylene diamine di (O - hydroxyphenyl) acetic acid (EDDHA)

والعناصر المخلوبة عادة هى : الحديد ، والمنجنيز ، والنحاس ، والزنك ، والكوبالت .

تضاف المركبات المخلبية عن طريق التربة ، حيث تعطى نتائج أفضل ، ولمدة طويلة ، عما فى حالة إضافتها بطريق الرش ، إلا أنه يمكن استعمالها رشاً بتركيزات مخففة (Tisdale &Nelson ١٩٧٥) .

ومن أمثلة الأسمدة المخلبية مايلى :

أ – إزيبلكس : مركب مخلبى يحتوى على :

العنصر	نسبته (٪)	الصورة التى يوجد عليها
حديد	٣ر٦	Fe EDDHA
منجنيز	١ر٨	Mn DTPA
زنك	٠ ر ٧	Zn EDTA
نحاس	٠ ر ٢	Cu EDTA
كوبالت	٠ ر ٣	Co EDTA
بورون	٠ ر ٨	معدنية
موليبدنم	٠ ر ٦	معدنية

يستخدم الإيزيبلكس فى الأراضى القلوية ، والجيرية ، والحديثة الاستصلاح . ويوصى باستعماله رشاً على الأرض قبل الزراعة بمعدل ٥ر٢ كجم / فدان فى الكمية المناسبة من الماء ، أو إضافته رشاً على النباتات – عند ظهور أعراض النقص – بتركيز ١ ر ٠ ٪ محلول مائى .

ب – فيريبلكس : مركب مخلبى يحتوى على حديد فى صورة Fe EDDHA بنسبة ٦ ٪ . ويوصى به فى الأراضى القوية بمعدل ٢ كجم / فدان (Nelson ١٩٨٥) .

٢ – سماد الأزموكوت Osmocote

يحتوى سماد الأزموكوت البطىء الذوبان والتيسر على عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم ، والمغنيسيوم . كما توجد منه تحضيرات تحتوى أيضاً على عناصر : الحديد ، والموليبدنم ، والبورون ، والمنجنيز ، والزنك ، والنحاس .

وتمتد فترة تحرير العناصر الغذائية من حبيبة السماد من ٢ – ١٨ شهراً . ولا يغسل السماد من التربة بالرى الغزير ، كما لايتأثر السماد بنوع التربة ، أو درجة حموضتها ، أو ظروفها الحيوية . وتتأثر فترة فاعلية الأنواع المختلفة من الأزموكوت بدرجة الحرارة فقط ، إذ إن درجة الحرارة المرتفعة تسبب تحرر السماد بسرعة ، بينما يكون تحرر السماد ببطء فى درجات الحرارة المنخفضة .

٣ - اليوريا المغطاة بالكبريت Sulfur - Coated Urea

إن اليوريا المغطاة بالكبريت عبارة عن سماد يوريا مغطى بغطاء كبريتى يتحلل ببطء وتنفذ منه اليوريا على مدى فترة زمنية طويلة ؛ وبذا فإنها لا تفقد مع ماء الصرف .

المحاليل البادئة

إن المحاليل البادئة Starter solutions عبارة عن محاليل سمادية تضاف إلى التربة فى مكان شتل البادرات أثناء عملية الشتل بمعدل ١٢٥ مل (أى نحو نصف كوب ماء) للنبات . ويمكن تحضير المحاليل البادئة من الأسمدة البسيطة ، أو من الأسمدة المركبة . وتحضر المحاليل البادئة - عادة - بإذابة نحو ٥ر٢ كجم من سماد تحليله ٥ - ١٠ - ٥ فى نحو ٢٠٠ لتر ماء . والمحاليل البادئة المثالية هى التى تحضر من مركبات غنية بالفوسفور ، وتحوى نيتروجيناً فى صورة فوسفات أحادى الأمونيوم ، أو فوسفات ثنائى الأمونيوم .

وفى حالة عدم توفر الأسمدة المركبة .. يمكن تحضير المحاليل البادئة من الأسمدة البسيطة مع المحافظة على تركيز العناصر فى حدود حوالى ٦٥ ٠ر٠ ٪ نيتروجيناً ، و١٢ر٠٪ P_2O_5 ، و ٠ر٠٦٥ ٪ K_2O . ويمكن أن يستخدم لأجل ذلك سلفات النشادر ، أو نترات النشادر ، أو اليوريا كمصدر للنيتروجين ، وفوسفات الأمونيوم الأحادية أو الثنائية أو حامض الفوسفوريك كمصدر للفوسفور ، وسلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم .

وترجع أهمية المحاليل البادئة إلى كون معظم النباتات الحولية - أو تلك التى تزرع كحولية - تمتص معظم احتياجاتها من العناصر المغذية فى طور مبكر جداً من النمو . وينطبق ذلك بصورة خاصة على الفوسفور . فامتصاص الفوسفور يكون بمعدل أعلى من معدل نمو النباتات فى بداية مراحل النمو .

وكمتوسط عام .. فإن النبات يكون قد امتص عادة نحو ٥٠ ٪ من احتياجاته الكلية من الفوسفور عندما يكون قد أكمل نحو ٢٠ ٪ من نموه الكلى المتوقع . وتصاحب تلك السرعة فى امتصاص الفوسفور ، سرعة مماثلة فى امتصاص النيتروجين . وعند توفر - النيتروجين خاصة فى الصورة الأمونيومية ، وبالذات عندما يكون مخلوطاً مع الفوسفور - فإنه يعمل على زيادة تيسر الفوسفور فى التربة ، كما يزيد من كفاءة الجذور فى امتصاص

الفوسفور .

ونظراً لأن الفوسفور يعمل على زيادة نمو الجذور عن نمو السيقان والأوراق ؛ لذا فإنه يعمل على سرعة تثبيت الشتلات فى التربة ، كما يحدث نفس التأثير عند توفر الفوسفور الميسر قريباً من جذور البادرات بعد إنبات البذور . ويؤدى ذلك إلى سرعة النمو والإزهار والإثمار وزيادة المحصول . كما تصاحبه أيضاً زيادة فى امتصاص كافة العناصر الغذائية. ويزداد وضوح تأثير المحاليل البادئة فى درجات الحرارة المنخفضة التى تقلل من نمو الجذور ، ومن سرعة امتصاص الفوسفور . ويفسر ذلك أهمية المحاليل البادئة الغنية بالفوسفور فى فصل الشتاء وبداية الربيع (Wittwer ١٩٦٩) .

الأسمدة الورقية

يتوفر محلياً مئات من التحضيرات التجارية التى تستخدم كأسمدة ورقية Foliar Fertilizers رشاً على النباتات (الفولى ١٩٨٩) . وتستخدم معظم هذه الأسمدة بتركيز ١٥ر٠ ٪ للبادرات الصغيرة ، ويزداد التركيز إلى ٢ر٠ ٪ للنباتات المتقدمة فى النمو ، وإلى ٣ر٠ ٪ عند ظهور أعراض نقص العناصر . ويوصى عادة بالرش قبل الشتل بأسبوع، أو بعد الزراعة بنحو ٣ - ٤ أسابيع ، ثم كل ٣ أسابيع بعد ذلك .

برنامج التسميد

نفصّل - فيما يلى - برنامجاً عاماً لتسميد محاصيل الخضر المجهدة للتربة ، والتى تبقى فى الأرض لمدة ٥ - ٧ شهور ، مثل الطماطم . ينطبق هذا البرنامج على الأراضى الرملية الخفيفة ، ويمكن الاسترشاد به فى تسميد محاصيل الخضر الأقل إجهاداً للتربة ، أو التى تبقى فى الأرض فترة أقل .

أولاً : أسمدة تضاف قبل الزراعة وتخلط بالسماد العضوى

تضاف هذه الأسمدة بالمعدلات التالية للفدان :

العنصر	صورة العنصر	الكمية (كجم)	السماد المفضل
النيتروجين	N	٢٠	سلفات النشادر
الفوسفور	P_2O_5	٤٥	السوبر فوسفات الأحادى
البوتاسيوم	K_2O	٢٠	سلفات البوتاسيوم
المغنيسيوم	MgO	٥	سلفات المغنيسيوم

وبالإضافة إلى ما تقدم .. يضاف الكبريت الزراعى إلى السماد العضوى – فى باطن خط الزراعة – بمعدل يتراوح من ٢٥ – ٥٠ كجم للفدان ، وقد تضاف هذه الكمية نثراً على سطح التربة . ويكون الهدف الأساسى من إضافة الكبريت – بأى من الطريقتين – هو خفض pH التربة فى منطقة نمو الجذور ، وليس التسميد بالكبريت ؛ نظراً لأن النبات يحصل على حاجته من عنصر الكبريت من مختلف الأسمدة السلفاتية ، ومن الجبس الزراعى ، وبعض المبيدات .

ثانياً : اسمدة عناصر اولية تضاف عن طريق التربة . او مع ماء الرى بعد الزراعة

يستمر تسميد محاصيل الخضر بعد الزراعة أو الشتل بالعناصر الأولية ، وهى النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم . ويسمد الفدان الواحد (من محصول مجهد للتربة يبقى فى الأرض لمدة ٥ – ٧ شهور) بنحو ١٠٠ – ١٢٠ كجم نيتروجينا (N) ، و١٥ كجم فوسفورا (P_2O_5) ، و ٨٠ كجم بوتاسيوم (K_2O) ، كما يلى :

١ – تستخدم اليوريا وسلفات الأمونيوم (بنسبة ١ : ١) كمصدر للنيتروجين خلال الشهر الأول بعد الزراعة ، ثم تستخدم نترات الأمونيوم منفردة ، أو بالتبادل مع سلفات الأمونيوم بعد ذلك ، حسب درجة الحرارة السائدة ، حيث تنتقى الحاجة إلى النترات فى الجو الدافىء (لتحول الأمونيوم إلى نترات بسرعة فى هذه الظروف) ، بينما تزيد الحاجة إليها (فى حدود ٢٥ – ٥٠ ٪ من كمية النيتروجين الكلى المضافة) فى الجو البارد (Hochmuth ١٩٩٢ أ) .

وبرغم أنه يوصى دائما باستعمال المصادر الأمونيومية للنيتروجين – لأنها أرخص ثمناً ولا تتعرض للفقد مع ماء الصرف مثلما تتعرض المصادر النتراتية للنيتروجين – إلا أن تحقيق ذلك يتطلب سعة تبادلية كاتوينية عالية فى التربة ، وهو ما لايتوفر فى الأراضى الرملية ، فضلاً على سرعة تحول أيون الأمونيوم إلى نترات فى الأراضى الدافئة كما

أسلفنا . وقد أوضحت معظم الدراسات التى أجريت على تسميد عدد من محاصيل الخضر فى أراض رملية بولاية فلوريدا الأمريكية عدم وجدو فروق يعتد بها بين استخدام مصادر النيتروجين النتراتية والأمونيومية .

وقد أفاد استخدام الأسمدة البطيئة التيسر ، مثل اليوريا المغطاة بالكبريت - Sulfur coated urea ، و Isobutylidenediurea – بما يعادل نحو ٢٥ ٪ من الاحتياجات الكلية من النيتروجين – وذلك مع محاصيل الخضر التى تبقى لفترات طويلة فى التربة ، مثل الفلفل ، والطماطم ، والشليك ، وكذلك المحاصيل ذات الاحتياجات العالية من النيتروجين ، حيث أدى استخدامها إلى زيادة كفاءة النيتروجين المضاف ، مع خفض تركيز الأملاح فى التربة (Hochmuth ١٩٩٢ ب) .

وبرغم أن النبات يحصل على كميات إضافية من النيتروجين من حامض النيتريك الذى يستخدم فى إذابة الأملاح التى تسد النقاطات (كما سبق بيانه تحت موضوع الرى) ، ولإذابة سلفات البوتاسيوم (كما سيأتى بيانه) ، ومن نترات الجير التى تستخدم كمصدر إضافى للكالسيوم ، إلا أن الكمية الكلية المضافة بهذه الطرق لا تتجاوز حوالى ٢٠ كجم من النيتروجين للفدان .

٢ – يستخدم سوبر فوسفات الكالسيوم الأحادى أو السوبر فوسفات الثلاثى كمصدر للفوسفور فى حالة التسميد الأرضى ، بينما يستخدم حامض الفوسفوريك فى حالة التسميد مع ماء الرى ، حيث تقل فرصة تثبيت الفوسفور المضاف إليه ، لأن حامض الفوسفوريك يعمل على خفض pH ماء الرى ؛ الأمر الذى يمنع ترسيب الفوسفور حتى مع وجود الكالسيوم فى ماء الرى .

٣ – تستخدم سلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم ، ويلزم – فى حالة إضافتها مع ماء الرى – إذابة السماد فى ماء يحتوى على حامض النيتريك ، وترك المخلوط يوماً كاملاً إلى أن تترسب كل الشوائب المختلطة بسماد سلفات البوتاسيوم ، ثم يؤخذ الرائق للتسميد به .

هذا .. إلا أنه يفضل استخدام أحد الأسمدة البوتاسية السائلة كمصدر للبوتاسيوم .

وبالنظر إلى أن ما يوجد فى هذه الأسمدة من عنصر البوتاسيوم يكون جاهزاً لامتصاص النبات مباشرة ، ولا يفقد منه شيء ؛ لذا .. يمكن - عند استخدامها - خفض كمية البوتاسيوم (K_2O) الموصى بها إلى النصف ؛ فيستعمل منها ما يكفى لإضافة نحو ٤٠ كجم من K_2O للفدان مع ماء الرى ، بالإضافة إلى الـ ٢٠ كجم الأخرى التى تضاف فى باطن الخط قبل الزراعة .

٤ - توزع كميات عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم المخصصة للمحصول على النحو التالى :

أ - يزداد معدل التسميد بالنيتروجين تدريجياً إلى أن يصل إلى أقصى معدل له قبل منتصف النمو ، أو عند الإزهار وبداية مرحلة الإثمار ، بالنسبة للخضر الثمرية ، ثم تتناقص الكمية التى يسمد بها تدريجياً إلى أن يتوقف التسميد بالنيتروجين نهائياً قبل الحصاد بنحو أسبوعين .

ب - يزداد معدل التسميد بالفوسفور سريعا بعد الزراعة إلى أن يصل إلى أقصى معدل له بعد انقضاء نحو ربع موسم النمو ، ثم تتناقص الكمية المضافة تدريجيا إلى أن يتوقف التسميد بالفوسفور نهائيا قبل انتهاء الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع .

جـ - يزداد معدل التسميد بالبوتاسيوم ببطء إلى أن يصل إلى أقصى معدل له فى النصف الثانى من حياة النبات ، أو مع بداية مرحلة الإثمار ، ثم تتناقص الكمية المضافة منه تدريجيا إلى أن يتوقف التسميد بالبوتاسيوم تماماً قبل إنتهاء الحصاد بنحو أسبوع أو أسبوعين .

يتبين مما تقدم أن أعلى معدل للتسميد يكون مع نهاية الربع الأول من موسم النمو بالنسبة لعنصر الفوسفور ، وحوالى منتصف النمو بالنسبة لعنصر النيتروجين ، ومع بداية مرحلة الإثمار أو تضخم الجزء الاقتصادى من المحصول (الجذور ، أو الدرنات ... إلخ) بالنسبة لعنصر البوتاسيوم ، وأن الانتهاء من التسميد يكون قبل انتهاء موسم الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع ، وأسبوعين ، وأسبوع واحد بالنسبة للعناصر الثلاثة ، على التوالى .

٦ - تحسب الكمية اللازمة من جميع الأسمدة لكل أسبوع من موسم النمو - حسب

مرحلة النمو النباتى – ثم تضاف بالكيفية التالية :

أ – فى حالة الرى السطحى :

تخلط الأسمدة معاً وتضاف إما تكبيشا ، أو سراً إلى جانب النباتات ، وعلى مسافة حوالى ٧ سم من قاعدتها . وتكون الإضافة بطريقة التكبيش للنباتات الصغيرة التى تكون مزروعة على مسافة لا تقل عن ٢٥ سم من بعضها . أما التسميد بطريقة السر فيكون للنباتات التى تزرع كثيفة ، أو للنباتات المزروعة على مسافات واسعة بعد أن تكبر فى الحجم وتتشعب جذروها . وتكون إضافة الأسمدة على فترات أسبوعية .

ب – فى حالة الرى بالرش :

تخلط الأسمدة معاً وتضاف إما نثراً حول النباتات ، وإما مع ماء الرى . تفضل إضافة الأسمدة بالطريقة الأولى ، ويكون ذلك بمعدل مرة واحدة أسبوعياً . أما التسميد مع ماء الرى بالرش فإنه يكون بنفس الكيفية التى تتبع عند الرى بالتنقيط ، ويعيب التسميد مع ماء الرى بالرش مايلى :

(١) عدم استفادة النبات من جزء كبير من الأسمدة التى تضاف خلال النصف الأول من حياة النبات ، نظراً لعدم تشعب المجموع الجذرى – آنذاك – فى المسافات التى تقع بين خطوط الزراعة والتى يصل إليها السماد مع ماء الرى .

(٢) فقد نسبة أخرى من السماد مع الماء المفقود بالرشح ، نظراً لزيادة كمية ماء الرى بالرش – عادة – عما يكفى لوصول الماء الأرضى إلى السعة الحقلية فى منطقة نمو الجذور .

ولذا .. يوصى – فى حالة الرغبة فى التسميد مع ماء الرى بالرش – أن يكون ذلك فى النصف الثانى من حياة النبات ، وأن يتم إدخال السماد فى نظام الرى بالرش ، بطريقة تسمح بتشغيل جهاز الرى بالرش أولا بدون سماد لمدة تكفى لبل سطح التربة ، وبل أوراق النبات ، وإلا فقد السماد بتعمقه فى التربة مع ماء الرى . يلى ذلك إدخال السماد مع ماء الرى لمدة تكفى لتوزيعه بطريقة متجانسة فى الحقل ، ويعقب ذلك الرى بالرش دون تسميد لمدة ١٥ دقيقة ؛ والغرض من ذلك هو غسل السماد من على الأوراق ، والتخلص من آثاره فى

كل جهاز الرى بالرش ، كما يساعد هذا الإجراء على تحريك السماد فى التربة .

يفيد التسميد مع ماء الرى بالرش بالنسبة لبرنامج التسميد الكامل لعنصر النيتروجين ، وفى الحالات التى تظهر فيها أعراض النيتروجين أو البوتاسيوم فجأة . كما يمكن إضافة معظم الأسمدة الأخرى التى يحتاج إليها النبات بكميات قليلة بهذه الطريقة . أما الأسمدة الفوسفاتية فتفضل إضافتها عن طريق التربة بدلاً من إضافتها مع ماء الرى بالرش للأسباب التالية :

(١) يثبت الفوسفور فى التربة عند إضافته مع ماء الرى بالرش بدرجة أكبر ، منها عند إضافته فى صورة حزام إلى جانب النباتات .

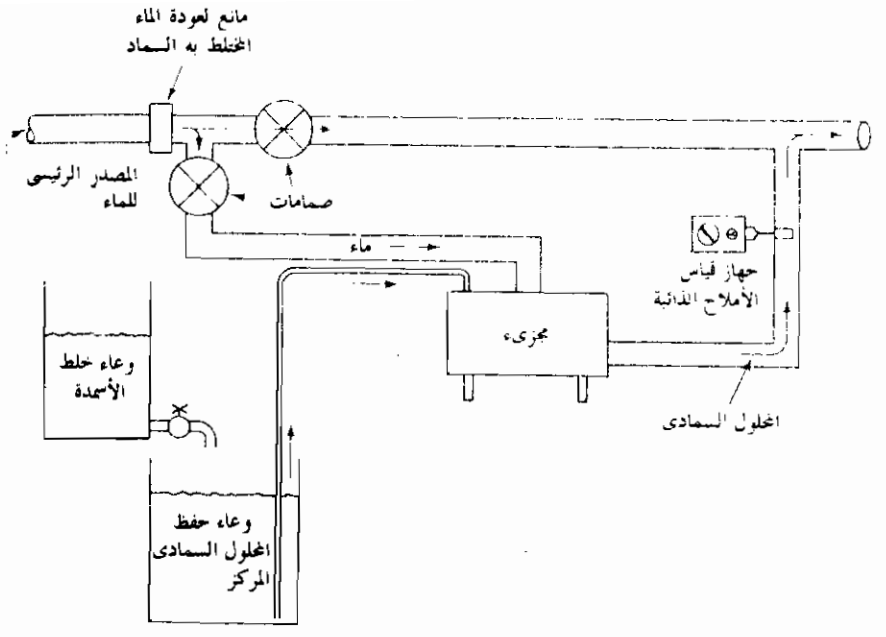
(٢) معظم الأسمدة الفوسفاتية ضعيفة الذوبان فى الماء ؛ مما يسبب انسداد بشابير الرش ، وخاصة أنه لا توجد أجهزة ترشيح قبل الضخ فى مياه شبكة الرى بالرش .

(٣) تؤدى الأسمدة الفوسفاتية ، خاصة السريعة الذوبان منها – كحامض الفوسفوريك – إلى تآكل الأجزاء المصنوعة من البرونز والنحاس فى جهاز الرش .

جـ – فى حالة الرى بالتنقيط :

يعد التسميد مع ماء الرى بالتنقيط من أبسط طرق التسميد وأنجحها ، حيث إن السماد يكون ميسرا بالقرب من جذرو النبات ، ولا يفقد منه شىء يذكر بالرشح (Relston وآخرون ١٩٨١) . يتم إدخال الأسمدة مع مياه الرى بواسطة جهاز خاص يسمى " سمادة " (حاقن Injector ، أو مجزىء Pproportioner) يقوم بحقن محلول سمادى مركز فى ماء الرى بنسبة معينة . تخلط الأسمدة أولا وتذاب فى خزانات خاصة ، ثم ينقل منها المحلول السمادى المركز الخالى من الشوائب والرواسب إلى خزان يتصل بالسمادة التى تكون متصلة بدورها بمضخة الرى بالتنقيط (شكل ١٠ – ٢) .

يمر ماء الرى المخلوط به السماد – قبل دخوله فى شبكة الرى بالتقسيط – على جهاز يقيس مقدار الزيادة فى درجة التوصيل الكهربائى للماء التي أحدثتها الأملاح السمادية .



شكل (١٠-٢) : طريقة إدخال الأسمدة فى ماء الرى بواسطة المجزىء .

يعتمد عمل الحاقن أو المجزىء على خلط نسبة ثابتة من المحلول السمادى المركز مع ماء الرى ، فإذا خلط لتر واحد من محلول السماد المركز مع ٩٩ لترا من الماء لإنتاج ١٠٠ لتر من محلول السماد المخفف ، فإن نسبة التخفيف تكون ١ : ١٠٠ . وأكثر نسب التخفيف استخداماً هى : ١ : ١٠٠ أو ١ : ٢٠٠ ، ونادراً ما تستخدم نسبة تخفيف ١ : ١٠٠٠ ؛ نظراً لأن المحلول السمادى يجب أن يكون فى هذه الحالة شديد التركيز ؛ الأمر الذى ربما لا يكون ممكناً مع بعض الأسمدة كما يجب اختيار نسبة التخفيف التى تتناسب مع كمية الماء المستخدمة فى كل رية لمساحة معينة .

يتم التسميد مع ماء الرى بالتنقيط - عادة - ست مرات أسبوعيا ، ويخصص اليوم السابع للرى بدون تسميد . وتوزع الأسمدة المخصصة لكل أسبوع على أيام التسميد الستة بأحد النظم التالية :

(١) تخلط جميع الأسمدة المخصصة لليوم الواحد ويسمد بها مجتمعة ، وهذا هو النظام المفضل .

(٢) يُخَصَّصُ يومان للتسميد الآزوتى ، ثم يوم للتسميد الفوسفاتى والبوتاسى ... وهكذا .
(٣) تخصص ثلاثة أيام منفصلة للتسميد الآزوتى ، والفوسفاتى ، والبوتاسى ، ثم تعاد دورة التسميد ... وهكذا .

ويمكن – فى حالة التسميد مع ماء الرى بالتنقيط – استبدال الأسمدة التقليدية بالأسمدة المركبة السائلة ، أو السريعة الذوبان إذا كان استخدامها اقتصاديا ، ويتوقف تركيب السماد المستخدم على مرحلة النمو النباتى ، حيث يمكن استعمال سماد تركيبه ١٩ – ٦ – ٦ خلال الربع الأول من حياة النبات ، يستبدل بسماد تركيبة ٢٠ – ٥ – ١٥ خلال الربع الثانى من موسم النمو ، ثم بسماد تركيبه ١٥ – ٥ – ٣٠ إلى ما قبل انتهاء موسم الحصاد بنحو أسبوعين .

يكون استخدام هذه الأسمدة بكميات تفى بحاجة النباتات من عناصر النيتروجين، والفوسفور ، والبوتاسيوم . وكما سبق أن أوضحنا فإن العناصر الغذائية فى تلك الأسمدة تكون جاهزة لامتصاص النبات مباشرة ، ولا يفقد منها شىء ؛ ولذا .. يمكن – عند استخدامها – خفض كمية عنصرى النيتروجين ، والبوتاسيوم الموصى بهما إلى النصف ، فيصبحان ٥٠ – ٦٠ كجم نيتروجيناً ، و٤٠ كجم K_2O للفدان بالنسبة للمحاصيل المجهدة للتربة – والتى تبقى فى الأرض لمدة ٥ – ٧ شهور . أما الفوسفور ؛ فتبقى الكمية الموصى بها بعد الزراعة – وهى ١٥ كجم – كما هى ، نظراً لأن التسميد المنفرد بالفوسفور يكون بحامض الفوسفوريك الجاهز للامتصاص السريع على أية حال .

ويكفى – عادة – نحو كيلو جرام واحد (أو لتر واحد) من تلك الأسمدة المركبة للفدان يوميا ، ثم تزداد الكمية تدريجيا إلى أن تصل إلى نحو ٣ – ٤ كجم يوميا فى منتصف موسم النمو ، ثم تتناقص مرة أخرى – تدريجيا – إلى أن تصل إلى كيلو جرام واحد للفدان يوميا – مرة أخرى – قبل انتهاء موسم الحصاد بنحو أسبوعين .

وكما فى حالة التسميد بالأسمدة التقليدية .. يلزم تخصيص يوم واحد ، أو يومين أسبوعيا للرى بدون تسميد ؛ بهدف خفض تركيز الأملاح فى منطقة نمو الجذور .

ويبين جدول (١٠-٧) برنامج التسميد الكامل بعنصرى النيتروجين والبوتاسيوم الذى

ينفّذ فى ولاية فلوريدا الأمريكية مع عدد من محاصيل الخضر تحت نظام الرى بالتنقيط . وفى وجود الأغطية البلاستيكية للتربة ، فى أراض رملية يفترض خلوها تماما من البوتاسيوم (عن Hochmuth ١٩٩٢) .

جدول (١٠-٧) : برنامج التسميد بالنيتروجين والفوسفور المتبع فى أراض رملية بولاية فلوريدا الأمريكية لعدد من محاصيل الخضر تحت نظام الرى بالتنقيط ، وفى وجود الأغطية البلاستيكية للتربة(١).

المحصول(٢)	طريقة الزراعة(٣)	الكمية الكلية من العنصر السمادى (كجم/ فدان)		تطور النمو المحصولى(٤)		معدل التسميد (كجم/فدان/يوم)	
		ن	بو ٢أ	المرحلة	الأسابيع	ن	بو٢أ
القنبيط	الشتل	٤ر٥٦	٠ر٤٧	١	٣	٠ر٧٠	٠ر٦٠
				٢	٢	٠ر٩٥	٠ر٨٠
				٣	٢	١ر٢٠	١ر٠٠
				٤	٢	٠ر٩٥	٠ر٨٠
الخيار	البذور	٤ر٥٦	٠ر٤٧	١	١	٠ر٥٠	٠ر٤٠
				٢	٢	٠ر٧٠	٠ر٦٠
				٣	٦	٠ر٩٥	٠ر٨٠
				٤	١	٠ر٧٠	٠ر٦٠
الباذنجان	الشتل	٤ر٥٦	٠ر٤٧	١	٢	٠ر٥٠	٠ر٤٠
				٢	٢	٠ر٧٠	٠ر٦٠
				٣	٦	٠ر٩٥	٠ر٨٠
				٤	٣	٠ر٧٠	٠ر٦٠
الخس	الشتل	٤ر٥٦	٠ر٤٧	١	٢	٠ر٧٠	٠ر٦٠
				٢	١	٠ر٩٥	٠ر٨٠
				٣	٤	١ر٢٠	١ر٠٠
				٤	١	٠ر٩٥	٠ر٨٠

جدول (١٠-٧) : يتبع .

المحصول(٢)	طريقة الزراعة(٣)	الكمية الكلية من العنصر السمادى (كجم/ فدان) ن	بو ٢أ	تطور النمو المحصولى(٤) المرحلة	الأسابيع	معدل التسميد (كجم/فدان/يوم) ن	بو٢أ
القارون	الشتل	٤ر٥٦	٠ر٤٧	١	٢	٠ر٥٠	٠ر٤٠
				٢	٣	٠ر٧٠	٠ر٦٠
				٣	٣	٠ر٩٥	٠ر٨٠
				٤	٢	٠ر٧٠	٠ر٦٠
				٥	٢	٠ر٥٠	٠ر٤٠
اليامية	البذور	٤ر٥٦	٠ر٤٧	١	٣	٠ر٥٠	٠ر٤٠
				٢	٢	٠ر٧٠	٠ر٦٠
				٣	٢	٠ر٩٥	٠ر٨٠
				٤	٣	٠ر٧٠	٠ر٦٠
				٥	٣	٠ر٥٠	٠ر٣٠
البصل	الشتل	٤ر٥٦	٠ر٤٧	١	٣	٠ر٢٥	٠ر٢٠
				٢	٥	٠ر٥٠	٠ر٤٠
				٣	٣	٠ر٧٠	٠ر٦٠
				٤	٢	٠ر٩٥	٠ر٨٠
				٥	١	٠ر٧٠	٠ر٦٠
				٦	١	٠ر٥٠	٠ر٤٠
				٧	١	صفر	صفر
الفلفل	الشتل	٠ر٧٥	٥ر٦٢	١	٢	٠ر٥٠	٠ر٤٠
				٢	٣	٠ر٧٠	٠ر٦٠
				٣	٧	٠ر٩٥	٠ر٨٠
				٤	١	٠ر٧٠	٠ر٦٠
				٥	١	٠ر٥٠	٠ر٤٠
الفرع العسلى	البذور	٤ر٥٦	٥ر٦٢	١	٢	٠ر٥٠	٠ر٤٠
				٢	٢	٠ر٧٠	٠ر٦٠
				٣	٤	٠ر٩٥	٠ر٨٠
				٤	٢	٠ر٧٠	٠ر٦٠
				٥	١	٠ر٥٠	٠ر٤٠

جدول (١٠-٧) : يتبع .

المحصول(٢)	طريقة الزراعة(٣)	الكمية الكلية من العنصر السمادى (كجم/ فدان)		تطور النمو المحصولى(٤)		معدل التسميد (كجم/فدان/يوم)	
		ن	بو ٢أ	المرحلة	الأسابيع	ن	بو٢أ
الطماطم	الشتل	٢ر٧٥	٥ر٦٢	١	٢	٥٠ر٠	٤٠ر٠
				٢	٣	٧٠ر٠	٦٠ر٠
				٣	٧	٩٥ر٠	٨٠ر٠
				٤	١	٧٠ر٠	٦٠ر٠
				٥	١	٥٠ر٠	٤٠ر٠
الشليك	الشتل	٠ر٨٥	٠ر٧١	١	٢	٢٥ر٠	٢٠ر٠
				٢	٢	٧٠ر٠	٦٠ر٠
				٣	٢٤	٥٠ر٠	٤٠ر٠
الكوسة	البذرة	٤ر٥٦	٠ر٤٧	١	٢	٥٠ر٠	٤٠ر٠
				٢	٢	٧٠ر٠	٦٠ر٠
				٣	٢	٩٥ر٠	٨٠ر٠
				٤	٥	٧٠ر٠	٦٠ر٠
				٥	١	٥٠ر٠	٤٠ر٠
البطيخ	البذرة	٤ر٥٦	٠ر٤٧	١	٤	٥٠ر٠	٤٠ر٠
				٢	٢	٧٠ر٠	٦٠ر٠
				٣	٢	٩٥ر٠	٨٠ر٠
				٤	٣	٧٠ر٠	٦٠ر٠
				٥	٢	٥٠ر٠	٤٠ر٠

(١) يفترض أن التربة خالية من البوتاسيوم ، مع تعديل كميات البوتاسيوم الموصى بها تبعاً لنتيجة تحليل التربة .

(٢) يمكن تسميد محاصيل الخضر غير المبينة فى الجدول ببرامج مماثلة للمحاصيل القريبة منها من بين تلك المبينة فى الجدول .

(٣) يلاحظ أن الزراعة بالشتل تُقصِّر موسم النمو بنحو أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع مقارنة بالزراعة بالبذور مباشرة . يؤخذ ذلك فى الحسبان عند اتباع طرق الزراعة المغايرة للطرق المذكورة فى الجدول .

(٤) يراعى فى حالة زيادة موسم النمو عن الحدود المبينة إعادة توزيع عدد الأسابيع على مختلف مراحل النمو – بنفس النسبة – مع إعطاء كل مرحلة نفس معدلات التسميد الأسبوعية الموصى بها ، علما بأن ذلك يترتب عليه تغيرات فى كميات الأسمدة الكلية الموصى بها للفدان . وإن كانت الزيادة فى موسم النمو قصيرة .. يكتفى باستمرار برنامج التسميد الموصى به لمرحلة النمو الأخيرة كما هو .

وتجدر الإشارة إلى أن كميات الأسمدة الموصى بها فى هذا الفصل تقترب كثيراً من كميات الأسمدة الموصى بها فى جدول (١٠-٧) ، وذلك عند استخدام الأسمدة السائلة أو الأسمدة المركبة السريعة النوبان . أما عند استخدام الأسمدة التجارية البسيطة كمصادر للنيتروجين والبوتاسيوم ، فإن كميات الأسمدة التى يستعملها منتجو الخضر فى الأراضى الصحراوية فى مصر بالفعل - وهى المذكورة فى هذا الفصل - تزيد كثيراً عما هو مذكور فى جدول (١٠-٧) .

وكما هى الحال فى مصر .. فإن نفس الأمر يتكرر فى الأراضى الرملية فى ولاية فلوريدا الأمريكية ، حيث يذكر Hochmuth (١٩٩٢ ب) أن المنتجين يسمدون الطماطم بنحو ١٢٦ كجم من النيتروجين للفدان، برغم أن الكمية الموصى بها هى ٢ ر ٧٥ كجم للفدان .

ثالثاً: أسمدة عناصر كبرى أخرى تضاف بعد الزراعة

إن أهم العناصر الكبرى الأخرى - بخلاف عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم - هى عناصر الكبريت ، والمغنيسيوم ، والكالسيوم . وقد سبقت الإشارة إلى بعض مصادر هذه العناصر ، سواء بالتسميد بالعنصر قبل الزراعة ، أم ضمن المركبات الأخرى - السمادية وغير السمادية - التى تعامل بها النباتات . ويمكن بيان مصادر هذه العناصر الثلاثة كمايلى :

١ - الكبريت :

يحصل النبات على حاجته من عنصر الكبريت أساساً من كبريتات الأمونيوم ، وكبريتات البوتاسيوم ، وسوبر فوسفات الكالسيوم ، والجبس الزراعى (الذى قد يستعمل بغرض خفض pH التربة) ، بالإضافة إلى ما يوجد من كبريت بالأسمدة الورقية ، وبعض المبيدات. ولا توجد حاجة إلى أية إضافات أخرى من هذا العنصر .

٢ - المغنيسيوم :

يحصل النبات على حاجته من المغنيسيوم من سلفات المغنيسيوم التى تضاف قبل الزراعة ، بالإضافة إلى ما يتوفر من العنصر فى الأسمدة المركبة ، سواء تلك التى تستخدم فى مد النبات بحاجته من العناصر الأولية (النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم) ، أم

الأسمدة الورقية ؛ لذا .. لا يحتاج الأمر إلى مزيد من التسميد بالمغنيسيوم إلا إذا لم يكن قد سمد المحصول بالعنصر قبل الزراعة ، ويلزم - حينئذ - إضافة كبريتات المغنيسيوم بمعدل ٥ كجم للفدان إما رشاً ، وإما مع ماء الرى بالتنقيط ، مع تكرار المعاملة أسبوعيا إلى أن تختفى أعراض نقص العنصر .

٣ - الكالسيوم :

يحصل النبات على معظم حاجته من الكالسيوم من سوبر فوسفات الكالسيوم ، ومن الجبس الزراعى الذى قد تعامل به التربة ، بالإضافة إلى ما يتوفر من العنصر فى الأسمدة المركبة بنوعيها ، وتزيد الحاجة إلى التسميد بالكالسيوم فى محاصيل الخضر التى تظهر عليها أعراض نقص هذا العنصر فى صورة عيوب فسيولوجية ، مثل تعفن الطرف الزهرى (الطماطم والفلفل) ، واحتراق حواف الأوراق (الكرنب والخس) ، والقلب الأسود (الكرفس)، وغيرها .

يستخدم - فى مصر - سماد نترات الجير (عبود) كمصدر رئيسى للتسميد بالكالسيوم والنيتروجين . يضاف السماد عن طريق التربة - تكبيشا - إلى جانب النباتات على ٤ دفعات نصف شهرية ، تبدأ عند بداية الإزهار ، بمعدل ٢٥ كجم للفدان فى كل مرة . وقد يفيد الرش بنترات الكالسيوم النقية (وهى سريعة الذوبان فى الماء) فى سد حاجة النبات السريعة إلى عنصر الكالسيوم ، وهى تستخدم بمعدل ٥ ر ٢ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان .

رابعاً: أسمدة العناصر الصغرى

إن أهم العناصر الصغرى التى يلزم تسميد نباتات الخضر بها فى الأراضى الصحراوية هى : الحديد ، والزنك ، والمنجنيز ، والنحاس .. وهى العناصر التى تثبت فى صورة غير ميسرة لامتصاص النبات فى الأراضى القلوية . يتبقى بعد ذلك من العناصر الصغرى عنصران : البورون وهو يثبت مع ارتفاع رقم pH التربة حتى ٥ر٨ ، ثم يزداد تيسره كثيراً بعد ذلك ، والموليبدنم وهو لا يثبت فى الأراضى القلوية . ونجد - بصفة عامة - أن الأراضى الصحراوية ينخفض محتواها من العناصر الصغرى كما هى الحال بالنسبة للعناصر الكبرى.

وبناء على ما تقدم .. فإن محاصيل الخضر تستجيب للتسميد بالعناصر الصغرى فى الأراضى القلوية ، ولكن عناصر الحديد ، والزنك والمنجنيز والنحاس تتعرض للتثبيت إذا كانت إضافتها عن طريق التربة ، أو مع ماء الرى ، نظراً لأن جميع الأراضى الصحراوية قلوية . ولذا .. فإنه لا يفضل إضافة هذه العناصر عن طريق التربة إلا فى صورة مخلبية ، كما أن ملح الكبريتات لهذه العناصر يمكن إضافته بطريقة الرش بمعدل ١ - ٥ر١ كجم مع ٤٠٠ لتر ماء للفدان . وإذا استخدمت الصور المخلبية لهذه العناصر رشاً على الأوراق فإنها تستعمل بمعدل ٢٥ ر٠ - ٥٠ ر٠ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان . أما البورون فإنه يضاف دائماً فى صورة معدنية على صورة بوراكس إما عن طريق التربة بمعدل ٥ - ١٠ كجم للفدان ، وإما رشاً على الأوراق بمعدل ١ - ٢٥ر٢ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان .

هذا .. ويمكن استبدال الأسمدة المفردة - التى سبق ذكرها - بالأسمدة المركبة وهى كثيرة جدا . تعطى رشة واحدة من أى من هذه الأسمدة فى المشتل قبل تقليع الشتلات بنحو أسبوع . أما فى الحقل الدائم فيبدأ الرش بعد الشتل بنحو ثلاثة أسابيع ، أو بعد زراعة البذور أو الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر بنحو شهر إلى شهر ونصف . ويستمر الرش كل ١٥ يوماً لمدة شهر أو شهرين حسب المحصول . فمثلا .. تعطى البطاطس رشتين، والبطيخ والبصل والشليك ٢ - ٣ رشات ، والطماطم والخيار والقاوون ٣ - ٤ رشات . وكما أسلفنا .. تستخدم معظم الأسمدة الورقية بتركيز ١ ر ٠ ٪ للبادرات الصغيرة ، ويزداد التركيز إلى ١٥ ر٠ ٪ للنباتات المتقدمة فى النمو ، وإلى ٢ ر ٠ ٪ عند ظهور أعراض نقص العناصر .

الأمور التى يتعين مراعاتها بشأن التسميد

يتعين مراعاة الأمور التالية بشأن تسميد محاصيل الخضر فى الأراضى الصحراوية (عن وزارة الزراعة ١٩٨٩ بتصرف) :

١ - يراجع جدول (١٠-٨) بشأن درجة ذوبان مختلف الأسمدة فى الماء لاختيار السهلة الذوبان منها للتسميد مع ماء الرى بالتنقيط ، أو رشاً على النباتات .

جدول (١٠-٨) : درجة ذوبان بعض الأسمدة فى مياه رى قليلة الملوحة .

السماد	نسبة الذوبان (السماد : الماء)
اليوريا	١ : ٢
نترات النشادر	١ : ٢
نترات الكالسيوم النقى	١ : ١
سلفات النشادر	١ : ٤
نترات الجير المصرى	١ : ١٠٠
فوسفات أحادى الأمونيوم	١ : ٢
سوبر فوسفات عادى	١ : ٣٠٠
تربل سوبر فوسفات	١ : ٥٠
سلفات بوتاسيوم (تجارى)	١ : ٢٠
سلفات منجنيز	١ : ٢
منجنيز مخلبى	١ : ١
سلفات زنك	١ : ٣
زنك مخلبى	١ : ١
سلفات مغنيسيوم (تجارى)	١ : ٥
سلفات حديدوز	١ : ٤
سلفات نحاس	١ : ٥
بوراكس	١ : ١٠
حامض بوريك	١ : ٢٠
مولبيدات أمونيوم	١ : ٣
مولبيدات صوديوم	١ : ٥

٢ - تحتاج محاصيل الخضر السريعة النمو وذات موسم النمو القصير لإضافة الأسمدة النتراتية بمعدل أكبر من الأسمدة النشادرية .

٣ - لايجب التسميد باليوريا إذا ارتفعت درجة حرارة الجو عن ٢٥°م .

٤ - يمكن استخدام سماد نترات الكالسيوم النقى ، أو رائق نترات الجير المصرى رشا بتركيز ٥ ر١ - ٣ جم / لتر ؛ لإمداد النبات بعنصر الكالسيوم اللازم لوقف انتشار ظاهرة تعفن الطرف الزهرى فى محصولى الطماطم والفلفل ، مع الاهتمام بتوجيه محلول الرش إلى الثمار ، بالإضافة إلى الأوراق .

٥ - يمكن استخدام رائق السوبر فوسفات العادى للإضافة رشاً على النباتات بتركيز ٥ ر٠ - ٠ ر٢ جم / لتر حسب حاجة النبات ، مع تكرار الرش كل أسبوعين حسب الحاجة . كما يمكن استخدام التربل سوبر فوسفات بدلاً من السوبر فوسفات العادى ، ولكن بنحو ثُلث التركيز المستخدم من السوبر فوسفات العادى .

٦ - يمكن استخدام رائق سلفات البوتاسيوم بتركيز ٥ر١ - ٥ر٢ جم / لتر رشاً على الأوراق خلال مرحلة نضج الثمار .

٧ - يستخدم فى مصر رائق سماد نترات الجير المصرى لتزويد بعض محاصيل الخضر - خاصة الطماطم والفلفل - بعنصر الكالسيوم مع ماء الرى بالتنقيط ، لكن يفضل استخدام سماد نترات الكالسيوم النقى عند توفره . ويشترط فى كلتا الحالتين عدم احتواء مياه الرى على كمية كبيرة من الفوسفات ، أو الكبريتات .

٨ - يفضل - عادة - إضافة الأسمدة مع ماء الرى فى مجموعتين منفصلتين ، حيث تضم إحداهما الأسمدة المحتوية على الكالسيوم ، بينما تشتمل الأخرى على الأسمدة التى تحتوى على أيونى الفوسفات أو الكبريتات ، لكى لا يترسبا بتفاعلهما مع الكالسيوم . ولنفس هذا السبب ، يجب عدم التسميد - مع ماء الرى - بالأسمدة التى تحتوى على أيونى الفوسفات ، أو الكبريتات عند احتواء مياه الرى على تركيزات عالية من الكالسيوم .

الفصل الحادى عشر

وسائل الحماية من الظروف الجوية غير المناسبة

تتعرض نباتات الخضر أثناء نموها فى الحقول المكشوفة لعديد من الظروف الجوية غير المناسبة ؛ فتؤثر على المحصول كماً ونوعاً ، وقد تؤدى إلى موت النباتات . ونستعرض فى هذا الفصل وسائل حماية نباتات الخضر من تلك التغيرات الحادة فى العوامل الجوية ، علماً بأنه لاتوجد وسيلة واحدة يمكن بها حماية نباتات الخضر من جميع العوامل الجوية غير المناسبة غير الزراعات المحمية ، وهى ليست واردة فى هذا الكتاب الذى يختص بالزراعات المكشوفة .

الوسائل العامة للحماية من الرياح وسفى الرمال

بداية .. لابد من توفير الحماية الكافية لمزارع الخضر ضد الرياح وسفى الرمال ، ويتأتى ذلك بأى من الوسائل التالية :

١ - إحاطة " حوّش " المزرعة بمصدات الرياح المناسبة ، مثل الكازوارينا ، والكافور ، والسرو ، والأثل . وتعد زراعة تلك المصدات ضرورة لاغنى عنها ، ولكنها لاتكون ذات كفاءة تذكر قبل مضى بضع سنوات من زراعتها ، يلزم خلالها الاستعانة بأى من وسائل الحماية الأخرى .

٢ - استخدام شباك بلاستيكية خاصة كمصدات للرياح . تكون هذه الشباك منفذة للهواء بنسبة ٥٠٪ ، وتثبت فى خطوط متوازية ، تبعد عن بعضها البعض بنحو عشرة أضعاف

ارتفاعها .

٣ - زراعة نباتات عباد الشمس ، أو الفول ، أو الذرة كمصدات للرياح بين خطوط محصول الخضر ، مع توقيت زراعة كل منهما بحيث يكون النبات المستخدم كمصد للرياح قد نما لارتفاع مناسب أعلى من مستوى الخضر قبل حلول الجو البارد .

٤ - إحاطة مزرعة الخضر بسياجات من النباتات التى تزرع لهذا الغرض ، والتى منها : الهيماتوكسيلون ، والسيزالبينيا . تفضل تلك السياجات على مصدات الرياح فى مزارع الخضر الصغيرة المساحة ؛ لأنها تعمل كسياجات ومصدات رياح فى آن واحد ؛ ولأنها لاتحتاج إلى ترك حزام بعرض ٨ - ١٠ م حول المزرعة بدون زراعة ، كما يتطلب الأمر عند زراعة مصدات الرياح .

الرش بالماء للحماية من أضرار الصقيع

يؤدى رش النباتات برذاذ خفيف من الماء - عندما تكون درجة الحرارة قريبة من درجة التجمد - إلى توفير بعض التدفئة للنباتات ، لأن تجمد الماء يصاحبه انطلاق ٨٠ سعراً حرارياً لكل جرام من الماء المتجمد . ويكفى ذلك لحماية النباتات من أضرار الصقيع الخفيف .

ولضمان فاعلية هذه الطريقة يجب أن تتحقق الشروط التالية :

١ - أن يبدأ الرش بمجرد وصول درجة الحرارة إلى الصفر المئوى ، أو أعلى من ذلك بقليل .

٢ - أن يستمر الرش لحين ذوبان كل الثلج المتجمد على الأسطح النباتية .

٣ - أن يكون الرش كافياً لتغطية كل الأسطح النباتية ، ولكن بأقل قدر ممكن من ماء الرش ، حتى لا تنكسر الأوراق والأفرع النباتية تحت ثقل الثلج المتكون ، وتستخدم لذلك رشاشات صغيرة خاصة تسمى Microsprinklers تقوم برش الماء على صورة رذاذ بمعدل ٩ مم / ساعة ، ولكن معدل الرش يتراوح من ٥ر٢ سم / ساعة للحماية من الصقيع الناشئ من الإشعاع ، إلى ٥ر٠ - ٠ ر١ مم / ساعة للحماية من الصقيع الذى تحمله الرياح .

ولايفيد الرى بالرش فى الحماية من أضرار الصقيع إذا زادت سرعة الرياح على ١٦ كم / ساعة .

٤ – أن يكون الرش تحت ضغط ٣ – ٤ كجم / سم٢ لكى يكون على صورة رذاذ .

٥ – يفيد كذلك تزويد النظام بغلاية لتسخين الماء قبل إدخاله فى شبكة الرش (Pilsbury ١٩٦٨ ، Parsos وآخرون ١٩٨٦) .

وقد أفادت هذه الطريقة فى حماية الشليك وبعض محاصيل الخضر من أضرار الصقيع. ويبين شكل (١١–١) منظراً لحقل أثناء الرش خلال فترة انخفاض درجة الحرارة عن الصفر المئوى .

شكل (١١–١) : الرى بالرش للحماية من أضرار الصقيع .

استخدام الرغوة فى الحماية من الصقيع

يمكن حماية نباتات الخضر من الصقيع باستخدام رغوة Foam خاصة عبارة عن خليط من مادة بروتينية كالجيلاتين ، ومادة ناشرة وأخرى مثبتة stabilizer تتم المعاملة فى اليوم السابق لتوقع الصقيع ، حيث تغطى النباتات تماماً بغطاء من الرغوة . يختفى الغطاء تماما فى خلال ساعات قليلة من ظهور ضوء الشمس فى اليوم التالى ، ولكن يبقى حتى بعد

الظهر فى الجو الملبد بالغيوم ، وتزيد المدة بزيادة نسبة الجيلاتين فى المخلوط . ومن المركبات المستخدمة تجارياً كرغوة المادة التى تباع تجارياً تحت اسم أجريفوم Agrifoam.

وطريقة تكوين الرغوة بسيطة للغاية ، حيث يدفع الهواء المضغوط من خلال مادة مسامية كالإسفنج ، مما يؤدى إلى تكوين فقاقيع صغيرة بالحجم المناسب. تحاط هذه الفقاقيع فى الحال بغشاء رقيق من المركب المكون للرغوة ، والذى يكون ملامساً للإسفنج . ومع تزايد تكوين الفقاقيع ، فإن بعضها يدفع بعضاً إلى أعلى ، إلى أن تخرج من فوهة الآلة المستخدمة Foamer ، ثم إلى السطح النباتى (Bartholic وآخرون ١٩٧٠) .

استخدام الأنفاق البلاستيكية المنخفضة للحماية من أضرار البرودة والصقيع

يفيد استخدام الأنفاق البلاستيكية المنخفضة low plastic tunnels فى إنتاج محصول مبكر من الخضر ، إما بإنتاج شتلات العروة الصيفية المبكرة أثناء الجو البارد خلال شهرى ديسمبر ويناير ، وإما بإنتاج المحصول ذاته بتغطية النباتات بالبلاستيك ابتداء من شهر نوفمبر إلى أن يتحسن الجو فى بداية الربيع . وهى تناسب الإنتاج المبكر لمحاصيل الطماطم ، والفلفل ، والباذنجان ، والخيار ، والقاوون ، والبامية ، والملوخية ، كما تستخدم فى إنتاج الشليك .

كيفية الحماية

تحدث الحماية من البرودة والصقيع لأن التربة تكتسب حرارتها أثناء النهار ، ثم تعيد إشعاع جزء منها فى جو النفق أثناء الليل . كما أن درجات الحرارة تكون أكثر ارتفاعاً داخل النفق ، عنه خارجه ، مما يسمح بنمو النباتات بصورة أفضل عندما تكون درجة الحرارة منخفضة نهاراً . ويكون فقد الحرارة ليلاً أقل – فى الأنفاق القديمة المغطاة جزئياً بالأتربة – منه فى الأنفاق الجديدة الشفافة التى تسمح بنفاذ الإشعاعات الحرارية المنبثة من التربة ليلاً .

هذا .. وتسمح الأغطية البلاستيكية المختلفة بنفاذ نحو ٧٠ ٪ من الإشعاع الحرارى من التربة والنباتات ليلاً ، وعليه .. فإن هذه الأغطية ليست على درجة عالية من الكفاءة فى المحافظة على درجة الحرارة المرتفعة ليلاً .

ونادرا ما تزيد درجة الحرارة ليلاً داخل النفق عنها خارجه بأكثر من ١ – ٢°م . وترجع معظم الحماية من الصقيع التى توفرها الأنفاق البلاستيكية إلى تكثف الرطوبة على السطح الداخلى للغطاء عند انخفاض درجة الحرارة ليلاً ، لأن الغشاء المائى المكثف يعمل على خفض الإشعاع الحرارى من داخل النفق ، لأنه لايسمح بنفاذه كالبلاستيك (Wells & Loy ١٩٨٥) .

وإلى جانب الحماية من البرودة والصقيع ، فإن الانفاق البلاستيكية المنخفضة تفيد أيضاً فى حماية الخضروات المزروعة تحتها من الرياح والأمطار الغزيرة .

إقامة الانفاق

تثبت الأنفاق حول أقواس خاصة ، وتختلف المواد المستعملة فى عمل الأقواس باختلاف الغرض الذى تستعمل من أجله الأنفاق ، فقد تصنع من الأسلاك المجلفنة ، أو من أنابيب المياه ، أو حديد البناء ، وأكثرها شيوعاً السلك المجلفن الذى يتراوح قطره من ٤ –٥ مم ، ويشكل على هيئة نصف دائرة بالقطر المرغوب حسب الغرض من الزراعة وحجم النباتات

ويجب تحضير الأرض للزراعة قبل إقامة الأنفاق ، وتجهيز الخطوط أو الأحواض اللازمة للزراعة ، كما توضع أنابيب الرى بالتنقيط قبل الزراعة فى حالة إجراء الرى بهذه الطريقة . ويجب أن يؤخذ – فى الحسبان – أن تكون الأنفاق فى اتجاه الريح السائدة ، خاصة الريح القوية ، ويفضل أن تكون فى وضع يسمح بتعرضها لأكبر قدر من أشعة الشمس .

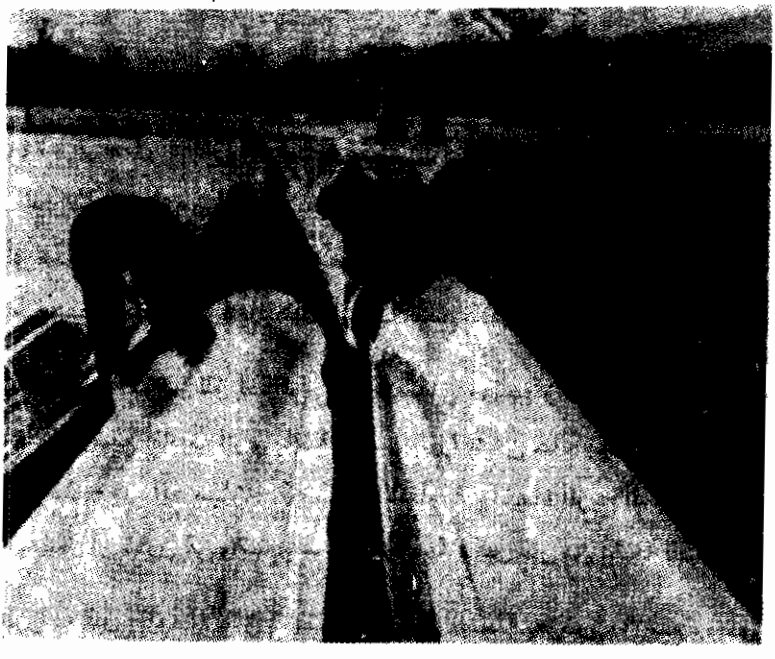
تتم الزراعة قبل إقامة الأنفاق .. فتقام أحواض الشتلة بعرض ٩٠ سم ، وطول ٣ –٤م ، وتزرع الأحواض بالطريقة العادية ، وتروى رياً غزيراً ، ثم تقام الأنفاق البلاستيكية فى اليوم نفسه .

أما بالنسبة لإنتاج المحصول ذاته تحت الأنفاق ، فإن زراعة البذور ، أو الشتل تتم قبل إقامة الأنفاق ؛ إما قبلها مباشرة – كما فى حالة المشاتل – وإما قبلها بنحو ٣ – ٤ أسابيع، حسب موعد الزراعة ودرجةالحرارة السائدة .

وعند بناء الهيكل يتم تشكيل أقواس السلك المجلفن ، مع عمل حلقة صغيرة تبعد عن كل من طرفيه بنحو ١٥ سم ، ثم تغرس الأقواس فى الأرض حتى موضع الحلقات . وتربط

الأقواس بخيط رفيع (دوبارة) قبل وضع الغطاء البلاستيكى عليها .

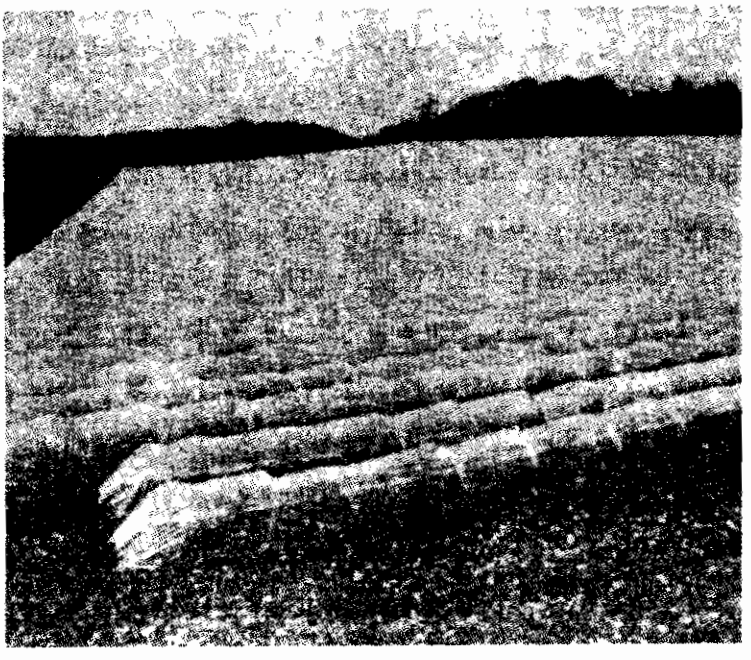
يفرد الغطاء بعد ذلك يدوياً أو آلياً (شكل ١١ - ٢) فوق الأقواس . فى حالة فرد البلاستيك يدوياً يربط طرف الغطاء البلاستيكى حول وتد عند أحد طرفى النفق ، ثم يفرد البلاستيك تدريجياً فوق الأقواس ، ويربط بوتد آخر من الناحية الأخرى للنفق . وقد يكتفى بدفن البلاستيك فى طرفى النفق فى التربة ، كما يدفن جانبا البلاستيك - حول النفق - فى التربة كذلك .



شكل (١١-٢) : تغطية الأنفاق المنخفضة بالبلاستيك آلياً .

يشد البلاستيك على الأقواس بواسطة خيوط تمر من خلال الحلقات الموجودة فى الأقواس ، بحيث تكون الخيوط متقاطعة وعلى شكل حلزونى ، وقد تكون متقابلة (شكل ١١-٣) . . ويعمل ذلك على منع تحرك أو طيران البلاستيك بفعل الرياح القوية ، كما يُسهل عملية التهوية فى الأيام المشمسة برفع البلاستيك إلى أعلى ، وتحريكه بين الأقواس والخيوط .

يفضل ألا يزيد طول النفق على ٣٠ متراً ، أما العرض فيتوقف على المحصول المزروع، وأكثر الأنفاق شيوعاً هى تلك التى يتراوح عرض قاعدتها من ١٢٠ - ١٣٠ سم ، ويكون ارتفاعها ٥٥ سم ، ويستخدم لها بلاستيك بعرض ٢٠٠ سم ، وسمك ٥٠ - ٨٠ ميكرونا .



شكل (١١-٣) : منظر عام للأنفاق البلاستيكية المنخفضة بعد ربط البلاستيك من أعلى بالخيط .

التهوية

تعد تهوية الأنفاق من أهم عمليات الخدمة عند الزراعة بهذه الطريقة ؛ ففى حالة إنتاج الشتلات تبدأ تهوية الأنفاق بعد إنبات البذور ، ويكون ذلك عادة بعد نحو ٣ أسابيع فى الجو البارد . تجرى التهوية فى الأيام الدافئة بفتح نهايات الأنفاق وقت الظهيرة . ومع تقدم الشتلة فى العمر تزداد فترات التهوية مع رفع الغطاء من الجوانب تدريجيا فى الأيام الدافئة ، ويراعى رفع الغطاء كلية قبل الشتل بنحو ١٠ - ١٢ يوماً .

أما بالنسبة للمحصول التجارى .. فإن التهوية تحد من الارتفاع الشديد فى درجة الحرارة - داخل النفق - نهارا ، وتحد كثيراً من ارتفاع الرطوبة النسبية ؛ فتقل بالتالى

احتمالات الإصابة بالأمراض ، كما تقل ظاهرة تكثف بخار الماء على السطح الداخلى . كذلك تساعد التهوية كثيراً فى عملية تلقيح النباتات داخل الأنفاق . فزهرة الطماطم مثلاً بحاجة إلى التعرض لقليل من الاهتزاز بواسطة الرياح ، أو بطريقة ميكانيكية حتى يحدث التلقيح بشكل جيد . كما أن الحشرات يمكنها الدخول عند فتح الأنفاق للقيام بعملية التلقيح فى حالة نباتات العائلة القرعية ، وغيرها من المحاصيل الحشرية التلقيح (عبدالهادى ١٩٧٨) .

وتفضل تهوية الأنفاق البلاستيكية المنخفضة بعمل فتحات دائرية الشكل فى البلاستيك على جانبى النفق ، بحيث تكون متبادلة على الجانبين ، وتبعد على بعضها بنحو ٥ر١ - ٢م . وتكون هذه الفتحات صغيرة فى البداية ؛ حيث لايزيد قطرها عن ١٠ سم ، ثم يُزاد قطرها تدريجيا - مع زيادة النمو النباتى ، ومع الارتفاع التدريجى فى درجة الحرارة إلى أن يصل قطرها إلى نحو ٥٠ - ٦٠ سم ، وتكون على شكل دوائر غير مكتملة ذات قواعد عند سطح التربة . تحقق هذه الطريقة فى التهوية المزايا التالية :

١ - تُسهِّل مكافحة الآفات من خلالها .

٢ - توفّر الجهد اليومى الذى يبذل فى عملية التهوية .

٣ - تقلّل كثيراً من احتمالات انهيار الأنفاق لدى تعرضها لرياح قوية .

هذا .. وتزال الأنفاق تماما ، وتكشف النباتات عند ارتفاع درجة الحرارة وزوال خطر تعرضها للصقيع .

الأغطية النباتية الذاتية التهوية

تتوفر أنواع أخرى من الأغطية النباتية التى توفر التهوية اللازمة للنباتات دونما حاجة إلى تثقيبها ، أو رفعها ، ومن أمثلتها ما يلى :

الأنفاق البلاستيكية المثقبة

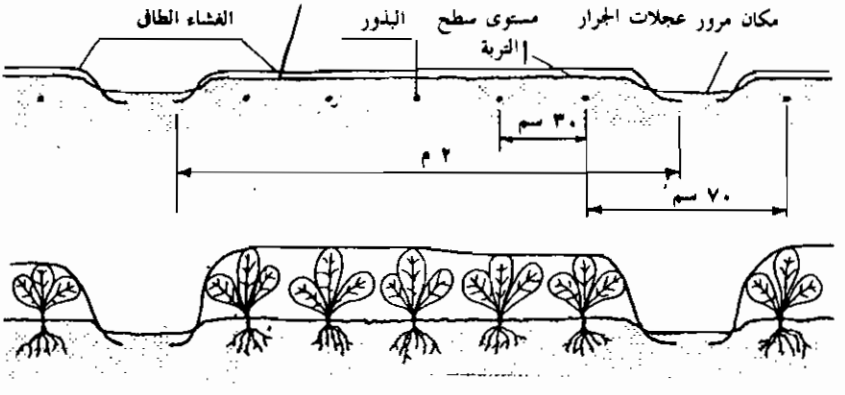
استخدمت فى أوروبا الأنفاق البلاستيكية المثقبة Perforated row covers كبديل للأنفاق البلاستيكية العادية ؛ بغرض تحقيق تهوية جيدة داخل الأنفاق ، دون التأثير كثيراً فى الهدف الأساسى من إقامة النفق ، وهو حماية النباتات من البرودة .

الأنفاق البلاستيكية ذات الفتحات

يتكون الغطاء فى الأنفاق البلاستيكية ذات الفتحات Slitted Row Covers من شريحة بلاستيكية واحدة بعرض ٥ر١م ، بها صفان طوليان من الفتحات ، يبلغ طول كل منها ٥ر١٢ سم ، وتبعد الفتحات المتجاورة فى الصف الواحد بمقدار ٢ سم عن بعضها البعض . وقد أدى استخدام هذا الغطاء إلى التخلص نهائيا من مشكلة التهوية . وطبقت هذه الطريقة بنجاح فى زراعات القاوون ، والخيار ، والطماطم ، والفلفل ، حيث يترك الغطاء لحين تحسن الظروف الجوية ، ثم يرفع . ويسمح هذا الغطاء بنفاذ الضوء بنسبة ٩٠٪

الأغطية الطافية

الأغطية الطكافية Floating Row Covers عبارة عن شرائح خاصة من الـ Spun-bonded Polyster والـ Spunponded Polypropylene ، وهى مواد خفيفة تزن نحو ١٤ جم للمتر المربع ، وتستخدم كأغطية توضع على النباتات مباشرة ، دون الحاجة إلى سنادات من الأقواس السلكية . تثبت هذه الأغطية دون شدها من جانبى الخط ، حتى لاتعوق النمو النباتى ، وهى تسمح بنفاذ الضوء بنسبة ٨٠٪ (شكل ١١ - ٤) .



شكل (١١-٤) : الأغطية "الطافية" (عن Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

الفصل الثانى عشر

الأمراض والآفات ومكافحتها

نتعرف فى هذا الفصل على المجموعات المختلفة من مسببات الأمراض والآفات التى تصيب محاصيل الخضر ، والأضرار التى تحدثها ، والطرق العامة لمكافحتها . ولمزيد من التفاصيل فى هذه المواضيع ..يراجع حسن (١٩٨٨) ، أو أى من المصادر الأخرى العديدة المذكورة فيه.

إن مسببات الأمراض كثيرة ، ويمكن حصرها فيما يلى : الفطريات ، والبكتيريا ، والفيروسات ، والفيرويدات ، والموليكيوتات (الكائنات الشبيهة بالميكوبلازما) ، والريكتسيات . أما الآفات .. فتشمل : النباتات الزهرية المتطفلة ، والنيماتودا (وكلاهما يعد أيضاً من مسببات الأمراض) ، والحشرات ، والأكاروسات ، والرخويات ، والقارضات ، والطيور . أما الأعشاب الضارة (غير المتطفلة) ..فإنها لاترتبط بالمحاصيل المزروعة بعلاقات بيولوجية ، وإن كانت تصنّف ضمن الآفات .

مسببات الأمراض

تقسم الأمراض إلى سبع مجموعات حسب طبيعة الضرر الذى تحدثه بالنبات ، كما يلى:

١ - الأعفان الطرية وتلف البذور .

٢ - ندوات البادرات .

٣ - أعفان الجذور .

٤ – أمراض التفحم وغيرها التى تتلف الأنسجة الميرستيمية النشطة .

٥ – الذبول الوعائى .

٦ – الأمراض المؤثرة فى البناء الضوئى (تبقعات الأوراق – اللفحات والندوات – البياض الزغبى والدقيقى – الأصداء) .

٧ – الأمراض التى تقلل انتقال العصارة .

الفطريات

تُحدث الفطريات Fungi أكبر مجموعة من الأمراض النباتية ، وهى تقسم إلى أربع مجموعاتٍ رئيسية ، وهى :

١ – الفطريات البلازموديوفورية Plasmodiophorales :

إن الفطريات البلازموديوفورية عبارة عن مجموعة صغيرة من الطفيليات التى تتميز بطور خضرى بلازمودى ، أى إن الجسم الخضرى يكون عبارة عن بروتوبلاست عار أميبى عديد النويات .

ومن أهم الأمراض التى تسببها البلازموديوفورات مرض الجذر الصولجانى Club Root فى الصليبيات الذى يسببه الفطر Plasmodiophora brassicae ، و الذى ينتشر بصفة خاصة فى الأراضى الحامضية ، وتظهر أعراضه على شكل عقد متضخمة بجذور الصليبيات ، يتبعه تقزم واصفرار النباتات .

٢ – الفطريات الطحلبية Phycomycetes :

تتكون أفراد الفطريات الطحلبية من جسم خضرى ، أو غزل فطرى ، أو ميسيليوم Mycelium مكون من هيفات غير مقسمة عرضيا وعديمة النويات . ومن أهم الأمراض المتسببة عن فطريات طحلبية ما يلى :

الصدأ الأبيض فى الصليبيات ، و يسببه Albugo spp. .

اللفحة المتأخرة ، و يسببها Phytopthora spp. .

البياض الزغبى ، و يسببه Peronospora spp. ، و Plasmopara spp. .

الذبول الطرى ، و يسببه Pythium spp . .

العفن الأسود ، و يسببه Rhizopus spp. .

٣ – الفطريات الأسكية Ascomycetes :

تسمى أيضا بالفطريات الزقية Sac Fungi نظرا لأن الزق Ascus هو المظهر الواضح والمميز فى الطور الجنسى ، و هو جسم شبيه بالكيس تتكون فى داخله ثمان جراثيم أسكية. هذا .. والميسيليوم مقسم ، ووحيد النواة ، أو عديدها .

ومن أهم الأمراض المتسببة عن فطريات أسكية ، ما يلى :

البياض الدقيقى ، و يسببه Erysiphe spp. .

عفن إسكليروتينيا ، ويسببه Sclerotinia spp. .

٤ – الفطريات البازيدية Basidiomycetes :

تتميز الفطريات البازيدية بتكوين البازيديم Basidium ، و هو عضو أنبوبى أو صولجانى الشكل يحمل أربع جراثيم بازيدية خارجيا ، وفيها الميسيليوم مقسم ، و من أهم الأمراض المتسببة عن فطريات بازيدية ما يلى :

التفحم ، و يسببه الفطر Ustilago spp. .

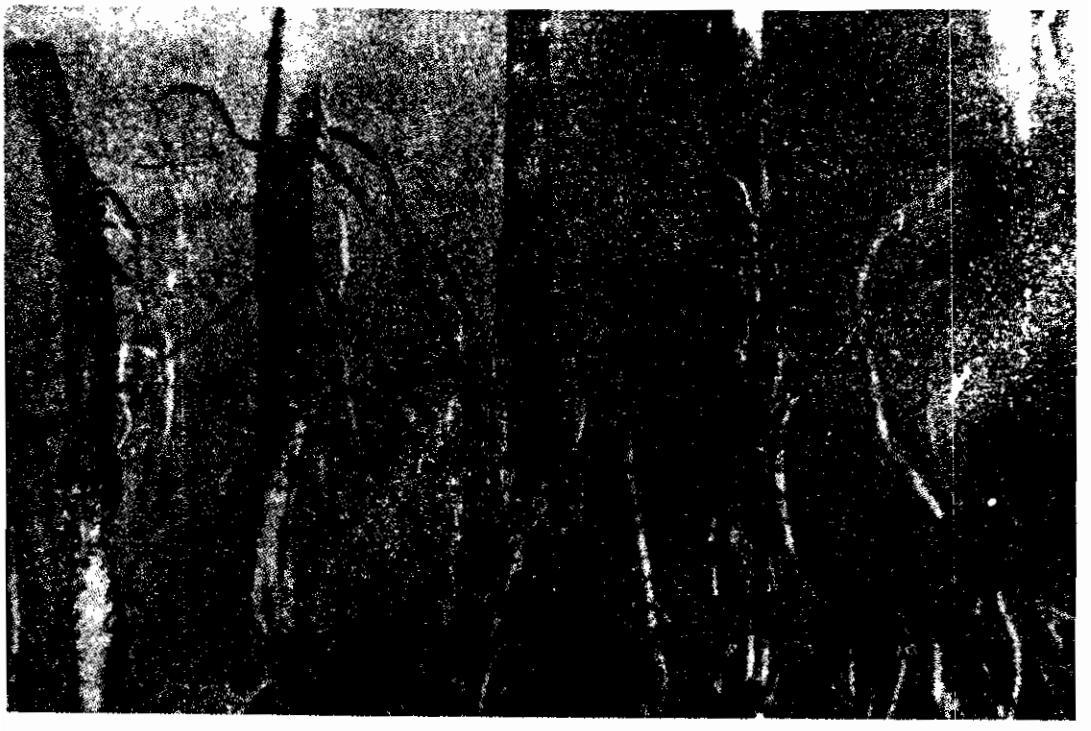
الصدأ ، و ويسببه الفطر Puccinia spp. .

٥ – الفطريات الناقصة Fungi Imperfecti ، أو Deuteromycetes :

لا يعرف لهذه الفطريات طور كامل ، و لكنها تتشابه فى تركيبيبها وطرق تكاثرها مع الفطريات الأسكية والبازيدية . ومن أهم الفطريات الناقصة المسببة للأمراض النباتية مايلى:

Phoma spp.	Colletotrichum spp.	Fusarium spp.
Alternaria spp.	Rhizoctonia spp.	Sclerotinia spp.

وهى تسبب أمراضا نباتية مختلفة تظهر فى شكل ذبول ، و تبقعات بالأوراق والأجزاء النباتية الهوائية الأخرى ، وأعفان (شكل ١٢-١) وتساقط للبادرات ... إلخ (Walker ١٩٦٩) .



شكل (١٢-١) : مرض عفن الجذور الجاف المتسبب عن الفطر Fusarium solani f. phaseoli فى الفاصوليا (عن Hassan ١٩٧٠) .

البكتيريا

تتميز البكتيريا المسببة للأمراض النباتية بأنها كائنات ميكروسكوبية عصوية الشكل ذات أهداب عادة ، ومعظمها سالبة لصبغة جرام ، و تشمل أجناس :

Xanthomoas	Pseudomonas
Erwinia	Agrobacterium

بينما القليل منها موجبة لصبغة جرام ، و تشمل أجناس :

Clavibacter	Streptomyces

وتقسم البكتيريا إلى ثلاث مجموعات رئيسية حسب تأثيرها الأولى فى النباتات :

١ – بكتيريا تكون ثآليل gall - forming حيث تؤثرفى نظام النمو .

٢ – بكتيريا تحدث عفنا طريا Soft Rot ، حيث تحلل محتويات الجدر الخلوية للخلايا.

٣ – بكتيريا تؤثر فى فسيولوجيا وأيض الخلايا ، محدثة أعراضا ، مثل اللفحة ، وتبقعات الأوراق ، و التسوسات ، والذبول (شكل ١٢ – ٢) .

شكل (١٢-٢) : ذبول الأوراق أحد أعراض مرض التسوس البكتيرى Bacterial Canker فى الطماطم المتسبب عن الإصابة بالبكتيريا Clavibacter michiganense (Hassan ١٩٦٦) .

تنتشر البكتيريا عادة من نبات لآخر بالهواء ، أو برذاذ ماء الرى ، أو قطرات المطر ، وبعضها ينتقل عن طريق البذور ، وقليل منها ينتقل عن طريق الحشرات والنيماتودا ، كما يعيش كثير منها فى التربة ، وفى بقايا النباتات فى التربة . و ينتقل بعضها بواسطة العمليات الزراعية العادية ، مثل : التقليم ، و عملية الحصاد ، و إعداد الأجزاء الخضرية للتكاثر .

الفيروسات

لاتتكاثر الفيروسات Viruses إلا داخل خلايا العائل . وبعضها لايحدث أعراضا مميزة عند تكاثره فى نباتات معينة ، بينما قد يُحدث أعراضا شديدة فى غيرها من النباتات . وتسمى الفيروسات عادة باسم الأمراض التى تحدثها . فمثلا .. فيرس موزايك الطماطم يحدث موزايك فى الطماطم ، و هكذا . ولا يمكن رؤية الفيروسات إلا بالمجهر الأليكترونى .

تحتوى معظم الفيروسات النباتية على خيط مفرد من حامض ريبوزنيوكليك RNA، برغم أن القليل منها يتكون من خيط مزدوج من هذا الحامض . كذلك توجد فيروسات نباتية تحتوى على خيط مفرد من حامض ديزوكسى نيوكليك DNA ، كما اكتشف فيرس نباتى (هو فيرس موزايك القنبيط) يحتوى على خيط مزدوج من حامض الـ DNA . وفى جمع الفيروسات ، يحاط الحامض النووى بغلاف بروتينى .

وتتعدد أشكال الفيروسات النباتية ، فمنها الكروى ، و متعدد الأوجه ، و العصوى ، والخيطى القصير ، و الخيطى الطويل الملتوى .

بعد تكاثر الفيرس فى الخلية النباتية ينتقل منها إلى الخلايا الأخرى ؛ إما بطريقة مباشرة عن طريق الخلايا البرانشيمية ، وإما عن طريق الجهاز الوعائى للنبات – خاصة اللحاء – أو بالطريقتين معا . فإذا كان الانتقال عن طريق الخلايا البرانشيمية فقط ، كانت الإصابة موضعية local ، و إن كانت بالجهاز الوعائى أو بكلتا الطريقتين ، كانت الإصابة جهازية systemic .

ومن أهم مظاهر الإصابات الفيروسية وأكثرها شيوعا فى النباتات ذلك التحور الذى يطرأ على التكشف الطبيعى للكلوروفيل ، الذى يؤدى إلى ظهور درجات من اللون الأخضر تتفاوت بين الشحوب واللون الطبيعى ، مما يعطى الأوراق مظهرا متبرقشا ، وهو مايسمى بالموزايك mosaic . وتحدث هذه الأعراض مجموعة كبيرة من الفيروسات النباتية يطلق عليها اسم فيروسات التبرقش .

كما توجد مجموعة أخرى كبيرة تحدث اختزالا منتظما للكلوروفيل مع آثار قليلة نسبيا من التبرقش ، ويطلق عليها فيروسات الاصفرار yellows viruses .

ومن الأعراض والتأثيرات الأخرى الشائعة للإصابات الفيروسية : شفافية العروق veinclearing (تظهر العروق شفافة ، أو ذات بلون شاحب أو مصفر) ، وتحويط العروق veinbanding (يظهر شريط من نسيج شاحب يمتد بطول العروق) ، والتبقع الحلقى Ring Spots ، و التحلل والموت Necrosis ، و التقزم Stunting ، والتشوه Malformation (Bos ١٩٧٨) .

تنتقل جميع الفيروسات النباتية إلى نسل النباتات المكثرة خضريا (مثل التكاثر بالجذور، والدرنات ، والعقل ... إلخ) ، وكذلك تنتقل جميع الفيروسات بطرق التطعيم المختلفة متى وجد الفيرس فى أى من الأصل أو الطعم . وفيما عدا هاتين الوسيلتين العامتين لانتقال الفيروسات ، فإن الفيروسات النباتية تختلف – فيما بينها – فى الوسائل الأخرى التى تنتقل بواسطتها ، والتى منها الانتقال الميكانيكى (عن طريق اللمس أو الاحتكاك) ، والانتقال عن طريق التربة ، والبذور ، وحبوب اللقاح ، والانتقال بواسطة الحشرات ، والأكاروسات ، والنيماتودا ، والفطريات ، والنباتات الزهرية المتطفلة .

وتتخصص الفيروسات كثيرا فى الوسائل التى تنتقل بواسطتها ، ونادرا ما ينتقل الفيرس بأكثر من وسيلة واحدة ، أو وسيلتين من الوسائل المذكورة آنفا . وعندما يكون الانتقال بواسطة كائن حى (كالحشرات ، و الأكاروسات ، و النيماتودا ... إلخ) فإنه يطلق عليه اسم ناقل الفيرس Virus vector .

وتتخصص الحشرات كذلك فى نوع الحشرة ، أو النيماتودا ... إلخ التى ينتقل عن طريقها الفيرس . فلا يكفى القول بأن الفيرس ينتقل عن طريق المن ، أو الذبابة البيضاء ، بل يلزم تحديد نوع أو أنواع المن ، أو الذباب الأبيض الناقل لهذا الفيرس .

الفيرويدات ، والموليكيوتات ، و الريكتسيات

الفيرويدات النباتية Plant Viroids عبارة عن أحماض نووية من نوع الريبوزنيوكليك (RNA) عارية من الغطاء البروتينى ، و أصغر حجما من الفيروسات ، و قادرة على إحداث المرض بالنبات . تتكاثر الفيرويدات داخل خلايا العائل الحى فقط ، و على حساب هذه الخلايا ، و تنتقل من خلية إلى أخرى كالفيروسات . ومن أمثلة الفيرويدات النباتية المعروفة

تلك التى تسبب مرض الدرنة المغزلية للبطاطس .

أما المولیکیوتات Molicutes ، فهى عبارة عن كائنات حية وحيدة الخلية ليس لها جدار خلوى وقد اكتشفت عام ١٩٦٧ ، و أطلق عليها حديثا اسم كائنات شبهية بالميكوبلازما Mycoplasma – Like Organisms (اختصارا : MLO) ، نظرا لأنها تشبه الكائنات التى تتبع البكتيريا ميكوبلازما Mycoplasma ، و التى يسبب بعضها أمراضا للإنسان والحيوان .

والمولیکیوتات تشبه البكتيريا فى أنها وحيدة الخلية ، وفى احتوائها على تركيب وراثى على هيئة كروموسوم واحد يتكون من خيط مزدوج من الحامض النووى ديزوكسى نيوكليك (DNA) ، وفى كونها بدون غشاء نووى محدد . وبذلك فهى تعد من الكائنات الحية الدقيقة غير المحددة النواة Prokaryotes ، مثل البكتيريا ؛ تمييزا لهما عن الكائنات الحية ذات الأنوية المحاطة بغشاء نووى Eukaryotes .

تُحدث المولیکیوتات فى النباتات أعراضا شبيهة بأعراض الإصابات الفيروسية ، وتنتقل غالبا بواسطة نطاطات الأوراق ، و لا تنتقل ميكانيكيا ، و تعيش غالبا فى لحاء النباتات المصابة . ومن أمثلتها : الميكوبلازما المسببة لمرض اصفرار الأستر Aster Yellows فى الجذر والأستر ، ومكنسة العفريت Witche's Broom فى البطاطس .

أما الريكريتسيات ، فهى أحدث مجموعات الكائنات الدقيقة التى اكتشفت كمسببات مرضية ، و قد كان اكتشافها فى بداية السبعينيات . وهى تتشابه مع البكتيريا إلى حد كبير ، نظرا لأن لها جدراً خلوية محددة ، كما أنها حساسة للبنسلين ، مثل البكتيريا (بالمقارنة .. فإن المولیکیوتات تعد حساسة للتتراسيكلينات tetracyclines ، والكلورامفينكول Chloramphenicol ، و لكنها ليست حساسة للبنسلين الذى يكون تأثيره فى الجدار الخلوى) . ويوجد منها مجموعتان : إحداهما تعيش فى أنسجة الخشب فقط ، وتنتقل بواسطة نطاطات الأوراق ، و نطاطات النباتات . ومن أمثلتها مسببات أمراض Pierce's Disease فى العنب ، و Ratoon Disease فى قصب السكر . أما المجموعة الثانية ، فإنها تعيش فى أنسجة اللحاء فقط ، ومن أمثلتها مايسبب مرض Club Leaf فى البرسيم (Smith ١٩٧٧ ، وروبرتس وبوثرويد ١٩٨٦).

تصاب محاصيل الخضر بعديد من الآفات ، نذكر منها مايلى :

النيماتودا

إن النيماتودا النباتية Plant Nematodes عبارة عن ديدان خيطية صغيرة تصعب رؤيتها بالعين المجردة ، وهى آفة خطيرة تعد كذلك من أهم مسببات الأمراض .

تشترك جميع أنواع النيماتودا فى أن لها دورة حياة واحدة بسيطة تبدأ بالبيضة المخصبة المحتوية على اللاقحة (الزيجوت) . و مع انقسام اللاقحة يبدأ الجنين فى التكون، حيث يصل إلى الطور اليرقى الأول الذى ينسلخ داخل البيضة ، معطيا الطور اليرقى الثانى. بعد ذلك يفقس البيض ويخرج منه الطور اليرقى الثانى الذى يبحث عن العائل ليبدأ فى التغذية . يلى ذلك ثلاثة انسلاخات متتالية ، معطية الطور اليرقى الثالث ،، فالطور اليرقى الرابع ، ثم الطور البالغ ذكرا كان أم أنثى . ولا تختلف اليرقات من حيث الشكل – عن الطور الكامل إلا فى عدم اكتمال الأجهزة التناسلية ، وعدم وجود الفتحة التناسلية . ومع نضج الأنثى فإنها تعطى بيضا جديدا لتبدأ دورة حياة جديدة .

تستغرق دورة حياة عديد من أنواع النيماتودا نحو أربعة أسابيع تحت الظروف البيئية المناسبة . وتطول مدة الدورة عن ذلك عندما لا تكون الظروف البيئية مناسبة ، أو عند عدم توافق النيماتودا مع العائل .

تقسم النيماتودا التى تتطفل على النباتات الراقية حسب طريقة تغذيتها إلى :

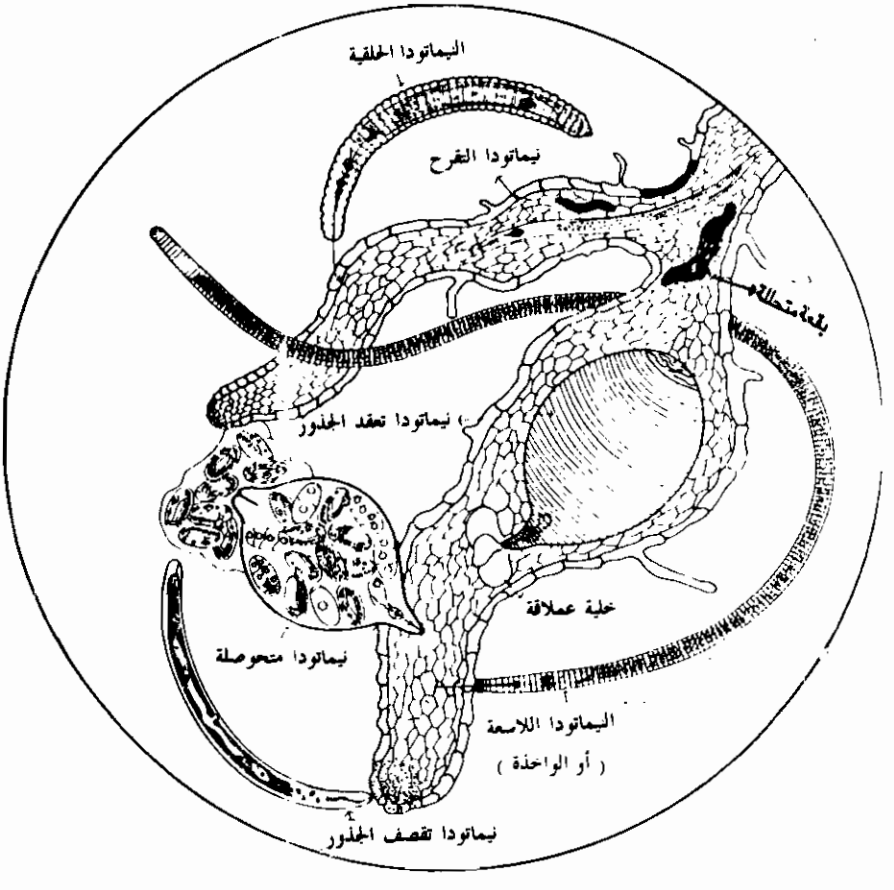
١ – متطفلات على المجموع الخضرى من أوراق ، وسيقان ، و براعم ، و أزهار كما فى أجناس Anguina ، و Aphelenchoides .

٢ – متطفلات على المجموع الجذرى ، وهذه تنقسم بدورها إلى :

أ – متطفلات خارجية Ectoparasites : وهى التى تتغذى على جذور العائل من الخارج بإرسالها للرمح الذى يمتص العصارة ، و من أمثلتها الجنس Xiphinema .

ب – متطفلات داخلية Endoparasites : وهى التى تتغذى على نسيج العائل بعد أن يخترق النيماتودا نسيج الجذر وتعيش بداخله ، ومن أمثلتها الجنس Meloidogyne .

جـ – متطفلات شبه داخلية Semi - endoparasites ، وهى التى تتغذى على نسيج العائل بعد أن يخترق جزء كبير من مقدمتها نسيج الجذر . ومن أمثلتها الجنس Rotylenchulus . ويوضح شكل (١٢-٣) بعض أنواع النيماتودا الهامة .



شكل (١٢ – ٣) : بعض أنواع النيماتودا الهامة .

تحدث مختلف أنواع النيماتودا مجموعة مختلفة من الأضرار والأعراض تتمثل فيمايلى:

١ – تحلل الأنسجة Necrosis :

يحدث ذلك نتيجة تغذية الآفة عليها ، وهذا يؤدى إلى ظهور حالات تقرح الجذور Root Lesions (الذى تحدثه نيماتودا التقرح Pratylenchus) ، و الذبول الذى تحدثه نيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne) ، و التعفن Rotting الذى تحدثه نيماتودا الساق (Ditylenchus)، وموت الأطراف Die - back (الذى تحدثه نيماتودا الموالح من جنس Tylenchulus) .

٢ – زيادة النمو Hyperplasia :

تحدث الزيادة فى النمو إما نتيجة لتكوين خلايا عملاقة فقط (كما فى حالة الإصابة بنيماتودا الحوصلات Heterodera) ، و إما نتيجة لحدوث زيادة غير عادية فى انقسام الخلايا فى منطقة الإصابة (كما فى حالة الإصابة بالجنس Anguina ، و الجنس Xiphinema) ، وإما للعاملين معا – تكوين الخلايا العملاقة والانقسام غير العادى للخلايا – (كما فى خالة الإصابة بينماتودا تعقد الجذور Meloidogyne) .

٣ – توقف الأنسجة عن النمو Hypoplasia ، مثلما يحدث عند الإصابة بينماتودا تقصف الجذور Trichodorus (شافعى والشريف ١٩٧٩) .

هذا .. وتعد نيماتودا تعقد الجذور Root Knot Nematodes أهم النيماتودا وأكثرها انتشارا . و أهم أنواعها أربعة ، هى :

Meloidogyne incognita	M. javanica
M. arenaria	M. hapla

لاينتشر النوع M. hapla إلا فى المناطق الباردة شمال خط عرض ٣٥° شمالا ، وجنوب خط عرض ٣٥ ° جنوبا ، حيث يصل انخفاض درجة الحرارة فيهما إلى – ١٥°م . أما الأنواع الثلاثة الأخرى ، فإنها تنتشر فى المناطق الحارة الاستوائية وشبه الاستوائية ، والمعتدلة فى حدود ٣٥° شمال وجنوب خط الإستواء (Taylor وآخرون ١٩٨٢).

تتميز النباتات الزهرية المتطفلة بخلوها من الكلوروفيل ، ولذا ... فإنها تتطفل على غيرها من النباتات ، لتحصل منها على غذائها . وهى - كذلك - تعد من مسببات الأمراض، ومن أهم أنواعها ما يلى :

١ - الهالوك Broorape :

يتبع الهالوك الجنس Orobanche ، وتعرف منه عدة أنواع تتطفل على عديد من نباتات الخضر ، مثل : البطاطس ، والطماطم ، والبسلة ، و الفول الرومى ، والجزر ، والكرنب ، والباذنجان .

تبقى بذور الهالوك ساكنة فى التربة فترات طويلة تصل إلى ما بين ١٠ و ١٢ سنة ، ولاتنبت إلا بعد أن ينمو مجاورا لها أحد عوائلها ، والذى تستشعر وجوده من مركبات كيميائية خاصة به تعد منبّهة لإنبات البذرة .

وبمجرد إنبات بذرة الهالوك فإن النبات الصغير النامى يرسل ممصاته إلى جذور عائله ، ويمتص منها الغذاء الذى يساعده على النمو السريع ، والتفرع الكثير ، ثم الإزهار والإثمار فى فترة وجيزة ينتج خلالها نبات الهالوك الواحد آلاف البذور الصغيرة التى تنتشر فى الحقل، وتبقى ساكنة فيه ، إلى أن تبدأ دورة جديدة من التطفل عند زراعة أحد عوائلها .

٢ - الحامول Dodder :

يتبع الحامول الجنس Cuscuta ، و يعرف منه عدة أنواع تتطفل على عديد من النباتات مثل : الخبيزة ، والرجلة ، والذرة ، والبرسيم الحجازى ، والطماطم .

بعد انتشار بذور الحامول ، ينبت معظمها فى خلال شهر واحد . أما البذور المتبقية، فتظل ساكنة فى التربة لعدة سنوات . وتعتمد البادرات الصغيرة على الغذاء المخزن بالبذرة ، وتموت إن لم تجد العائل المناسب بعد استنفاذ هذا الغذاء . أما إن وجدته ، فإن ساق نبات الحامول تلتف التفافاً لولبيا حول العائل ، وترسل ممصات داخل خلايا العائل ، ثم يموت المجموع الجذرى للنباتات ، ويفقد اتصاله بالأرض .

يظهر الحامول كسوق خيطية متشابكة ومتفرغة ، وبه حراشيف خالية من الكلوروفيل . وينتشر النبات بالبذور التى تتناثر بسهولة فى الحقل (Russell ١٩٧٨) .

الحشرات

تعد الحشرات أخطر الآفات التى تصيب محاصيل الخضر ، وهى تحدث بها أضرارا مباشرة فى النموات الخضرية ، والجذرية ، والثمرية ، كما أن بعضها ينقل إلى محاصيل الخضر بعض الأمراض الفيروسية الهامة .

تقسم الحشرات حسب طريقة تغذيتها إلى مجموعتين رئيسيتين :

١ - الحشرات ذات أجزاء الفم القارض :

وهذه تقسم إلى أربع مجموعات حسب الجزء النباتى الذى تتغذى عليه ، كما يلى :

أ - آكلات الأوراق والسيقان : وهى تؤثر فى عملية البناء الضوئى ، ومن أمثلتها مايلى:

(١) يرقات أبى دقيق والفراشات ، مثل : دودة الكرنب ، ودودة الكرفس ، والدودة القارضة ، والدودة الناسجة ، و دودة ورق القطن .

(٢) بعض الخنافس ويرقاتها ، مثل : الخنفساء اليابانية ، و خنفساء الهليون ، وخنفساء الفاصوليا العادية ، وخنفساء كلورادو .

(٣) حوريات النطاط وحشراته الكاملة .

(٤) نافقات الأوراق .

ب - آكلات الجذور : وهى تتغذى - بصفة عامة - على الأجزاء الحديثة من المجموع الجذرى ، وتؤثر بالتالى فى فاعلية الجذور ، ومن أمثلتها ما يلى :

(١) يرقات الخنافس ، مثل : خنفساء الخيار ، و خنفساء مايو ، و خنفساء يونيو .

(٢) ديدان جذور الشليك .

جـ - الحشرات التى تحفر فى السيقان : وجميعها من الثاقبات ، مثل ثاقبات فرع

الكوسة ، وثاقبات الذرة .

د – الحشرات التى تتغذى على الثمار اللحمية والبذور وأعضاء التخزين اللحمية ، وتستهلك كميات كبيرة من الغذاء ، و هى عبارة عن يرقات الفراش والخنافس ، مثل سوسة البطاطا ، وسوسة الفول ، وسوسة البسلة ، ودودة ثمار الطماطم ، ودودة كيزان الذرة .

٢ – الحشرات ذات أجزاء الفم الثاقبة الماضية :

تثقب هذه الحشرات طبقة البشرة وتمتص الكلوروبلاستيدات والأغذية الذائبة والفيتامينات من الأوراق ، وتجعلها غير قادرة على تكوين الكلوروفيل ، و من أمثلتها ما يلى :

أ – الأنواع المتعددة من المن ، مثل : من الخوخ الأخضر ، ومن الكرنب ، ومن البطاطس.

ب – أنواع التربس ، مثل تربس البصل .

جـ – أنواع البق ، مثل بق الكوسة ، و بق الكرنب .

د – نطاطات الأوراق ، مثل نطاط أوراق البطاطس .

هـ – الحشرات القشرية .

تنقسم دورة حياة الحشرات التى تنسلخ انسلاخا كاملا إلى أربع مراحل ؛ هى : البيضة egg ، واليرقة larva ، والعذراء pupa ، وهو طور ساكن تتحول فيه اليرقة إلى الطور الأخير ، وهو الحشرة البالغة adult ، التى تتميز بأن لها ثلاثة أزواج من الأرجل، وجسماً مكوناً من ثلاث مناطق ؛ هى : الرأس ، والصدر ، والبطن .

أما عندما لايكون الانسلاخ كاملا فإن المراحل الوسطية بين البيضة والحشرة الكاملة تعرف باسم الحوريات nymphs .

ويعد الطور اليرقى أكثر الأطوار خطورة فى معظم الحشرات (عن جانيك ١٩٨٥) .

الاكاروس

توجد للاكاروس أربعة أزواج من الأرجل، و جسم مكون من منطقتين ، حيث يندمج الرأس مع الصدر فى منطقة واحدة . و تقسم الأنواع المختلفة من الاكاروس إلى :

١ – أكاروس الأوراق :

يتغذى أكاروس الأوراق بثقب السطح السفلى للأوراق بواسطة زائدتين شوكيتين لامتصاص العصارة ، فتتلون الأوراق أولا باللون الأصفر ، ثم باللون البنى . ومن أمثلتها العنكبوت الأحمر العادى ، وعنكبوت الشليك . ويصيب العنكبوت الأحمر القرعيات ، والباذنجانيات ، و البقوليات ، والبامية ، وغيرها من محاصيل الخضر ، ويتواجد طوال العام، ويعيش بأعداد كبيرة على أوراق النباتات ، خاصة على السطح السفلى ، وينسج عليها نسيجا رقيقا يعيش تحته ، و يمتص العصارة النباتية . وتتميز الإصابة بظهور بقع حمراء اللون ، أو صفراء باهتة على الأوراق . وقد تسقط الأوراق فى حالات الإصابات الشديدة .

٢ – أكاروس الأبصال :

يتغذى أكاروس الأبصال على الأبصال والتراكيب المشابهة ، و هو يصيب ريزومات الهليون ، وأبصال وكورمات بعض نباتات الزينة (عن Edmond وآخرين ١٩٧٥) .

وسائل مكافحة الأمراض والآفات

تندرج كافة الطرق المستخدمة فى مكافحة الأمراض و الآفات النباتية تحت أربع وسائل رئيسية ، و هى :

١ – الاستبعاد Execlusion : وتضم كل الطرق التى تكفل منع الآفة – أياكانت – من دخول منطقة الزراعة ، سواء أكانت هذه المنطقة حقلا خاصا ، أم دولة بأكملها .

٢ – الاستئصال Eradication : وتضم كل الطرق التى تكفل الاستئصال التام للآفة والتخلص منها ، سواء أكان ذلك على مستوى النبات الواحد ، أم على مستوى الحقل ، أم الدولة .

٣ – الحماية Protection : وتدخل ضمن ذلك كل الطرق التى تكفل حماية النبات من الإصابة بالآفة برغم وجودها فى بيئة الزراعة .

٤ – إدخال صفة المقاومة الوراثية فى الأصناف المزروعة Immunization : ويتضمن

ذلك استخدام الطرق التقليدية لتربية النبات ، و طرق الهندسة الوراثية فى نقل صفة مقاومة الأمراض من الطرز البرية والأصناف غير المرغوبة إلى الأصناف المستخدمة فى الزراعة التجارية .

الاستبعاد

يعنى تطبيق مبدأ الاستبعاد فى مكافحة الآفات أن الآفات المعنية لاتوجد بمنطقة الزراعة ، ويكون الغرض هو العمل بكافة الوسائل المتاحة لاستمرار منع الآفة من دخول منطقة الزراعة . ومن الطرق المستخدمة لتحقيق ذلك ما يلى :

١ – الحجر الزراعى الذى يكون على مستوى الدولة .

٢ – إنتاج واستعمال تقاوى خالية من الآفات ومسببات الأمراض ، سواء أكانت بذورا ، أم أجزاء خضرية كالدرنات .

٣ – تجنب الزراعة فى المواسم التى تشتد فيها الإصابة

٤ – زراعة حزام حول الحقل من أنواع نباتية تجذب إليها الحشرات الناقلة للفيروسات ، ثم رشها بالمبيدات المناسبة لقتل الآفة قبل وصولها إلى النوع المحصولى المزروع.

٥ – زراعة العوائل المفضلة للحشرة بين خطوط الزراعة لتعمل كمصائد لها .

٦ – استعمال أغطية التربة البلاستيكية الملونة ، أو العاكسة للضوء ، والتى تكون جاذبة لحشرات معينة ، أو طاردة لها ، فتظل بذلك بعيدة عن النباتات .

٧ – زراعة النباتات تحت أغطية من البوليسترين ، أو البولى بروبلين ، وهى أغطية خفيفة للغاية توضع على خطوط الزراعة مباشرة ، حيث تمنع معظم الحشرات – بما فى ذلك الذبابة البيضاء – من التغذية على النباتات (Natwick & Durazo ١٩٨٥) .

٨ – يطبق مبدأ الاستبعاد فى الزراعات المحمية بتغطية فتحات التهوية فى الصوبات بالبوليسيرين ، أو البولى بروبلين ، مع استعمال أبواب مزدوجة وتغطيتها كذلك .

٩ – اختيار الموعد المناسب للزراعة والحصاد ، بما لايسمح بالإصابة بأمراض أو آفات معينة .

الاستئصال

يُقصد بتطبيق مبدأ الاستئصال فى مكافحة الآفات أن الآفة المعينة توجد فى المزرعة ، وأن طرق المكافحة توجه نحو قتلها والتخلص منها . وقد توجه جهود المكافحة نحو الآفة وهى مازالت فى بيئة الزراعة ولم تصل بعد إلى النباتات ، أو قد توجه نحو النبات الذى أصبح حاملا للآفة أو مصابا بها ، أو توجه نحو البيئة والنبات معا ، كما فى حالة المكافحة الحيوية .

ومن أهم طرق الاستئصال مايلى :

١ – تعقيم التربة ، و بيئات نمو الجنور ، وأوعية نمو النبات ، و المواد المستخدمة فى الزراعة .

٢ – التخلص من بقايا النباتات المصابة من المحصول السابق ، و الحراثة الجيدة للتربة.

٣ – التخلص من الحشائش التى تكون مأوى للحشرات ، و مصدرا للإصابة بالأمراض .

٤ – اتباع دورة زراعية تتعاقب فيها زراعة محاصيل غير قابلة للإصابة بعد المحصول القابل للإصابة بغرض إهلاك الآفة .

٥ – معاملة البذور بالمبيدات الفطرية أو الحشرية لتطهيرها من الفطريات التى تكون عالقة على سطحها ، أو من الحشرات التى تكون مختلطة بها . تؤدى هذه المعاملة كذلك إلى حماية البادرات النباتية من الإصابة بأعفان البذور والجذور ومرض سقوط البادرات .

٦ – معاملة البذور والأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر بالحرارة لتخليصها من الآفات الفطرية ، أو البكتيرية ، أو الفيروسية ، أو النيماتودية ، أو الحشرية التى تصيبها .

٧ – رش النباتات بالمبيدات الجهازية لتخليصها من الإصابات الحشرية ، و من بعض الإصابات المرضية . ولا يلزم فى هذه الحالة إيصال المبيد إلى كل المسطح النباتى ، نظرا لأنه ينتقل من الأجزاء المعاملة إلى داخل النبات ، حيث يصبح جهازيا ، ويؤدى إلى قتل الآفة المعنية بالمكافحة ، كما يحميه من أية إصابات جديدة طوال فترة فاعلية المبيد ، و فى ذلك تطبيق لمبدأ ى الاستئصال والوقاية معا .

ويجب توخى الحرص عند استخدام هذه الطريقة فى المكافحة بتجنب رش النباتات قبل الحصاد بفترة قصيرة ؛ لإعطاء المبيد فرصة لكى يتحلل ويتحول إلى مواد أخرى غير سامة فى الخضر المعاملة قبل أن يستعملها الإنسان .

٨ - المكافحة بالمضادات الحيوية ، و هى - مثل المبيدات الجهازية - تحقق مبدأى الاستئصال والوقاية . وتستخدم المضادات الحيوية أساسا فى مكافحة الأمراض البكتيرية .

٩ - اتباع طرق المكافحة الحيوية بالاستفادة بالكائنات المفترسة أو المتطفلة على مسببات الأمراض أو الآفات التى تصيب المحاصيل الزراعية . تعمل المكافحة الحيوية على التخلص من الآفة فى كل من بيئة الزراعة والنبات المصاب معا ، ولكنها لايمكن أن تؤدى إلى التخلص نهائيا من الآفة المراد مكافحتها ، لأنه يوجد دائما توازن بين الآفة والطفيل الذى يستخدم فى مكافحتها .

ومن أهم مميزات المكافحة الحيوية أنها لاتلوث البيئة ، ولاتترك أثرا ضارا بالإنسان على الأجزاء النباتية المستعملة فى الغذاء ، ولاتؤدى إلى قتل الأعداد الطبيعية للآفات كما يحدث عند استعمال المبيدات .

١٠ - استئصال الأجزاء النباتية المصابة بالتقليم و التخلص منها نهائيا بعيدا عن المزرعة .

الحماية

يُقصد بالحماية تزويد النبات بالوسائل التى تجعله أكثر قدرة على مقاومة الآفة عند محاولتها إصابته والتطفل عليه . وجميع الطرق المتبعة فى هذا الشأن غير وراثية ، بمعنى أنها لا تحدث ، ولاتتطلب تغييرات فى التركيب الوراثى للنبات لجعله أكثر مقاومة .

ومن أمثلة طرق الحماية ما يلى :

١ - إصابة النباتات بالسلالات الضعيفة من الفيرس لإكسابها مناعة ضد السلالات القوية من نفس الفيرس ، و هى طريقة تتبع تجاريا فى مقاومة بعض الفيروسات الهامة مثل فيرس موزايك الدخان فى الطماطم .

٢ – التطعيم على أصول مقاومة للآفات : يقتصر اتباع هذه الطريقة على الزراعات المحمية ، وتجرى على نطاق تجارى فى هولندا واليابان لحماية الطماطم والخيار من بعض الإصابات المرضية

٣ – المكافحة بالمبيدات :

تستخدم المبيدات أساسا فى مجال الوقاية من الآفات ، إما بجعلها على شكل غطاء رقيق يحيط بالأعضاء النباتية ، وإما فى صورة جهازية داخل النبات . ففى كلتا الحالتين يؤدى المبيد إلى وقاية النبات من الإصابة . كما قد يستخدم المبيد كذلك كعلاج يؤدى إلى موت الآفة فى الأجزاء النباتية المصابة ، أو يوجه نحو الآفة فى بيئة الزراعة . وفى كلتا الحالتين الأخيرتين يكون الهدف من استعمال المبيد هو تحقيق مبدأ الاستئصال .

تستخدم المبيدات على نطاق واسع فى مكافحة الأمراض الفطرية ، و الحشرات ، والأكاروس ، والحشائش (المتطفلة وغير المتطفلة) ، والنيماتودا ، والقوارض ، كما يوجد قليل من المبيدات التى تستخدم فى مكافحة الأمراض البكتيرية ، بينما لاتوجد مبيدات تفيد مع الفيروسات النباتية .

يفضل دائما أن يكون الرش فى حالة الأمراض الفطرية وقائيا ، أى يجرى قبل ظهور أية أعراض مرضية ، خاصة مع المحاصيل التى تتوقف جودتها وسعرها على مظهرها العام ، مثل ، الخس ، والكرفس . ويجرى الرش كل ٧ – ١٠ أيام . وقد تقل الفترة عن ذلك فى المواسم الممطرة بسبب إزالة الأمطار الغزيرة للمبيد ، و سرعة انتشار الأمراض الفطرية والبكتيرية فى الجو الرطب .

أما فى حالة الإصابات الحشرية ، فإن المعاملة بالمبيد تكون مع بدء توالد وتكاثر الحشرات ، أى بعد ظهور مبادىء الإصابة

ويجب دائما فحص حقول الخضر كل ٢ – ٣ أيام ؛ بحثا عن ظهور أمراض أو حشرات جديدة ، وأطوار مختلفة من الحشرات ، حتى تجرى المكافحة فى الوقت المناسب للحصول على أفضل النتائج .

شاع فى النصف الأول من هذا القرن استخدام كلمة Immunization للدلالة على مكافحة الآفات بواسطة المقاومة الوراثية الطبيعية الموجودة فى النبات ، أو التى يتم إدخالها فيه بواسطة طرق التربية . لكن هذه التسمية لم تعد مقبولة ، إذا إنها تنطبق بدرجة أدق على المناعة المكتسبة ، و أصبحت المقاومة الوراثية للآفات تعرف باسم Pest Resistance .

ويعد استخدام الأصناف المقاومة للآفات فى الزراعة من أسهل طرق المكافحة وأرخصها، فما على المزارع إلا أن يقوم بزراعة الصنف المقاوم لسلالة الآفة المنتشرة فى منطقة الزراعة ، والذى توصى به الجهات الزراعية المسئولة .

يقع عبء إنتاج الأصناف المقاومة على مربى النبات . ويستغرق برنامج التربية لإنتاج الصنف الجديد من ٦ – ٢٥ سنة حسب عدد الجينات المؤثرة فى الصفة ، ومدى ارتباطها بالصفات غير المرغوبة ، و مدى تأثر ظهورها بالعوامل البيئية . وبرغم طول الفترة ، فإن الأصناف المقاومة للآفات كثيرة ومتوفرة ، و غالبا ما تكون أمام المزارع فرصة للاختيار من بين عديد من الأصناف المقاومة لآفة ما ، لكن ذلك لا ينطبق على جميع الآفات ، حيث لاتتوفر لبعضها أصناف مقاومة ، أو حتى مصدر جيد للمقاومة .

وتعد التربية لمقاومة الأمراض و الآفات أحد أهم تطبيقات علم تربية النبات . وللتعمق فى هذا الموضوع ... يراجع حسن (١٩٩٣) .

الفصل الثالث عشر

الحصاد والتداول والتخزين

يعنى هذا الفصل بالأسس التى تقوم عليها الطرق المثلى لعمليات الحصاد والتداول والتخزين ، بما يحقق أكبر عائد للمنتج من خلال تحسين نوعية المنتج ومظهره ، والمحافظة عليه من التدهور ، وخفض الفاقد بعد الحصاد ، وهو الذى قد يصل أحيانا إلى ٥٠٪ من المحصول .

الحصاد

تتباين محاصيل الخضر – وكذلك أصناف المحصول الواحد – فى مدة بقاء النبات فى الأرض من الزراعة إلى حين الحصاد ، كما تتأثر تلك المدة كثيرا بمختلف العوامل البيئية التى يتعرض لها المحصول . وتعرف صلاحية المحصول للحصاد بوصوله إلى مرحلة نضج معينة ، وباكتسابه علامات نضج مميزة .

مراحل نضج الثمار

تمر الثمار بمرحلتين أساسيتين للنضج ، هما : النضج البستانى ، والنضج الفسيولوجى.

١ – النضج البستانى Horticultural Maturity:

النضج البستانى هو المرحلة التى يكتمل فيها نمو الثمار وتصبح صالحة للجمع ، ويمكنها أن تستمر فى القيام بوظائفها بعد الحصاد ؛ حتى تكتسب صفاتها الممتازة التى تجعلها

صالحة للأكل ، دون الحاجة إلى أن تظل متصلة بالنبات . وتحدث بعد وصول الثمار إلى مرحلة النضج البستانى تغيرات كيميائية يكتمل بها التكوين الكيميائى الداخلى للثمار ، وينشأ عنها اكتساب الثمار لصفاتها التى تجعلها صالحة للأكل . وإذا قطفت الثمار قبل هذه المرحلة ، فلا يمكن أن تتغير داخلياً حتى تصبح صالحة للاستهلاك .

ومن أمثلة مرحلة النضج البستانى فى محاصيل الخضر طور النضج الأخضر فى الطماطم ، حيث لا تحمر الثمار إذا قطفت قبل وصولها إلى هذه المرحلة ، والطور المناسب للحصاد فى أصناف القاوون الشبكى والأملس والكانتلوب ، حيث تصبح الثمار صالحة للاستهلاك بعد أيام قليلة من وصولها إلى تلك المرحلة .

٢ – النضج الفسيولوجى Physiological Maturity :

النضج الفسيولوجى هو المرحلة التى يكتمل فيها نضج الثمرة فسيولوجياً ، وترتفع خلالها سرعة التنفس فجأة بحدوث ظاهرة الكلايمكتريك Climacteric ، وتكتمل أثناءها كافة التغيرات الحيوية التى تكسب الثمار الصفات التى تجعلها صالحة للأكل .

وقد يحدث النضج الفسيولوجى بعد قطف الثمار فى الحالات التى يحدث فيها النضج البستانى قبل وصول الثمار إلى مرحلة النضج الفسيولوجى .

وقد يتوافق موعد النضج البستانى مع النضج الفسيولوجى ، كما فى ثمار البطيخ وقرع الشتاء والقرع العسلى . وقد تتفق مرحلة النضج البستانى مع مرحلة النضج المناسبة للاستهلاك مباشرة ، يكون ذلك قبل وصول الثمار إلى مرحلة النضج الفسيولوجى بوقت طويل ، كما فى الخيار ، والكوسة ، والبامية ، والبقوليات الخضراء ، والفلفل الأخضر ، والباذنجان ، وكذلك محاصيل الخضر التى تزرع لأجل أجزائها النباتية الأخرى غير الثمار.

ويبين جدول (١٣-١) عدد الأيام من التلقيح إلى النضج الاستهلاكى فى الخضر المختلفة تحت الظروف الجوية الملائمة .

جدول (١٣-١) : عدد الأيام من التلقيح إلى النضج الاستهلاكى تحت الظروف الجوية الملائمة .

المحصول	المدة باليوم
الفاصوليا	٧ - ١٠
الذرة : للتسويق الطازج	١٨ - ٢٣
للحفظ والتصنيع	٢١ - ٢٧
الخيار : للتخليل	٤ - ٥
للسلاطة	١٥ - ١٨
الباذنجان	٢٥ - ٤٠
القاوون	٤٢ - ٤٦
البامية	٤ - ٦
الفلفل : النضج الأخضر	٤٥ - ٥٥
النضج الأحمر	٦٠ - ٧٠
القرع العسلى (أصناف مختلفة)	٦٠ - ١١٠
قرع الكوسة : الزوكينى	٣ - ٤(١)
السكالوب Scallop	٤ - ٥(١)
ذو الرقبة الملتوية crockneck	٦ - ٧(١)
قرع الشتاء (أصناف مختلفة)	٥٥ - ٩٠
الطماطم : النضج الأخضر	٣٥ - ٤٥
النضج الأحمر	٤٥ - ٦٠
البطيخ	٤٢ - ٤٥

(١) للثمار التى تزن من ١٢٥ - ٢٥٠ جم

وتحدث بين مرحلتى النضج البستانى والنضج الفسيولوجى تغيرات فيزيائية وفسيولوجية ، منها مايلى :

١ - تحوّل المواد البكتينية من صورة غير ذائبة إلى صورة ذائبة .

٢ - تحلّل الكلوروفيل ، وتكون الصبغات التى تعطى الثمار ألوانها الجذابة .

٣ – تزداد الحلاوة بتحول النشا إلى سكر .

٤ – اكتساب الثمار طعمها المميز لنقص الحموضة وتوازنها مع السكر .

لكن التغيرات تستمر أيضاً بعد بلوغ الثمار طور النضج الفسيولوجى ، فتزداد ليونة أنسجة الثمرة ويفسد طعمها ، وبذلك تصبح زائدة النضج Overripe .

العلامات المميزة لمرحلة النضج المناسبة للحصاد

تؤكل ثمار عديد من الخضراوات قبل اكتمال نموها ، كما فى الكوسة ، والخيار ، والبامية . وتتوقف صلاحية هذه الثمار للجمع على رغبات المستهلك . فالبعض يفضل الثمار الصغيرة ، والبعض الآخر يفضل الثمار الأكبر .

أما بالنسبة للثمار التى يقترب فيها موعد النضج البستانى من موعد النضج الفسيولوجى ، فهناك عدة عوامل تؤخذ فى الحسبان ؛ لتحديد مرحلة النضج المناسبة للحصاد كمايلى:

١ – عمر الثمار : حيث تكمل الثمار نموها ونضجها بعد عمر معين (جدول ١٣–١) .

٢ – لون الثمار : يختفى اللون الأخضر للثمار عند استكمال نموها ، ويبدأ ظهور لون الثمار المميز .

٣ – حجم الثمار : يوجد ارتباط بين حجم الثمرة وصلاحيتها للحصاد . ويختلف الحجم المناسب باختلاف الأصناف ، لكن يمكن تقديره بالممارسة والخبرة .

٤ – شكل الثمار : تأخذ الثمار أشكالاً خاصة تميزها عند استكمال نموها .

٥ – انفصال الثمار : تفصل ثمرة القاوون عن العنق انفصالاً جزئياً عند بلوغها مرحلة النضج البستانى ، وتكون منطقة الانفصال محيطة تماماً بالعنق عند تمام نضج الثمار .

٦ – درجة الصلابة : تلين الثمار مع تقدمها فى العمر . ويمكن تحديد صلاحية الثمار للحصاد من درجة ليونتها .

٧ – الأصوات التى تحدثها الثمار عند الطرق عليها ، كما فى البطيخ .

٨ – ظهور الرائحة المميزة ، كما فى بعض أصناف الشمام .

٩ – صعوبة فصل القشرة ، كما فى البطاطا ، والبطاطس .

١٠ – الكثافة النوعية ، كما فى البطيخ والبطاطس .

١١ – تكون طبقة شمعية على سطح الثمرة (الأديم cuticle) ، كما فى الطماطم .
١٢ – اكتمال تكوين الشبك على سطح الثمرة ، كما فى القاوون الشبكى .
١٣ – اندماج الأقراص والرؤوس فى القنبيط ، البروكولى .
١٤ – صلابة الرؤوس ، كما فى الخس ، والكرنب ، وكرنب بروكسل .
١٥ – تكون المادة شبه الجيلاتينية بالثمار ، كما فى الطماطم (Kader وآخرون ١٩٨١) .

الأمور التى تجب مراعاتها عند الحصاد

يوجد عديد من الأمور التى يجب أخذها فى الحسبان عند اختيار الموعد المناسب للحصاد ، وعند إجراء عملية الحصاد للمحافظة على النوعية الجيدة للمنتجات ، كمايلى :

أولاً : ما يجب مراعاته عند اختيار موعد الحصاد

إن أهم ما يجب مراعاته عند اختيار موعد الحصاد مايلى :

١ – مكان التسويق ، والفترة المتوقع مرورها بين الحصاد والتسويق :

تجمع ثمار الطماطم – مثلاً – فى وهى خضراء – ولكن مكتملة النمو – إذا أريد تسويقها فى أماكن بعيدة عن أماكن الإنتاج ، بينما تجمع الثمار وهى حمراء إذا أريد تسويقها فى نفس اليوم، لكن يجب عدم التبكير أكثر من اللازم فى حصاد بعض الخضراوات ، مثل : الطماطم ، والقاوون عند شحنها للأسواق البعيدة ، لأن الثمار يجب أن تصل إلى المستهلك وهى فى حالة ناضجة .

٢ – درجة الحرارة السائدة :

تساعد الحرارة المرتفعة على سرعة النضج ، ويلزم الجمع على فترات متقاربة . ومن أكثر الخضراوات تأثراً بالحرارة المرتفعة عند الحصاد : الهليون ، والفاصوليا ، والبسلة الخضراء ، والذرة السكرية .

٣ – وقت الحصاد من اليوم :

يلزم إجراء الحصاد للخضروات التى تفقد جودتها بسرعة فى الصباح الباكر ، مع

حفظها باردة قدر الإمكان ، كما تجب عدم ترك الثمار معرضة للشمس بعد جمعها .

٤ – مرحلة النضج المناسبة للحصاد :

بعض الخضراوات تتدهور نوعيتها كثيراً لو تأخر حصادها عن الموعد المناسب ولو ليوم واحد ، كما فى الفاصوليا ، والبسلة الخضراء ، والذرة السكرية . وتكون هذه المشكلة واضحة بصفة خاصة فى الجو الحار . كما تنخفض جودة بعض الخضراوات الأخرى ، كالقنبيط ، وتتعرض رؤوس الخس للإزهار وتنفجر رؤوس الكرنب فى حالة تأخر حصادها.

أما الخضر الجذرية فإنها تزداد كثيراً فى الحجم إذا تركت دون حصاد بعد وصولها إلى المرحلة المناسبة ، ويؤدى ذلك إلى زيادة المحصول زيادة كبيرة ، لكن مع انخفاض النوعية . وعموماً .. فإن موعد الحصاد قد يمتد إلى عدة أسابيع حسب حاجة السوق ، كما فى الجزر والبنجر .

وبعض الخضراوات ، مثل خيار التخليل ، والفاصوليا الخضراء تكون نوعيتها أفضل عند حصادها وهى صغيرة ، ولكن المحصول يكون منخفضاً . وفى هذه الحالات يتحدد موعد الحصاد بالنوعية المطلوبة والسعر المعروض لها .

ثانياً : ما يجب مراعاته عند إجراء عملية الحصاد

إن أهم مايجب مراعاته عند إجراء عملية الحصاد مايلى :

١ – منع الأضرار الميكانيكية :

فيلزم منع حدوث الأضرار الميكانيكية كالخدش والجروح بمنتجات الخضر عند الحصاد ، لأن ذلك يقلل من نوعية المنتجات ، ويجعلها أكثر عرضة للإصابة بالأمراض ، كما يزيد فقدان الرطوبة من الأسطح المقطوعة ، ويتحقق ذلك باتباع مايلى :

أ – استخدام عمال متمرنين ، واستعمال قفازات أثناء الجمع لمنع جرح الثمار بالأظافر.

ب – تجنب جذب الثمار أو نزعها من النبات بقوة ، أو إسقاطها بعنف من العبوات .

جـ – استخدام عبوات جيدة خالية من الزوائد والأسطح الخشنةالتى يمكن أن تخدش الثمار .

د – نقل الثمار برفق من عبوات الجمع إلى عبوات الحقل .

هـ – تعبيئة الثمار السريعة التلف فى عبوات التسويق بعد قطفها مباشرة .

٢ – استبعاد الخضر التالفة :

تستبعد الثمار المصابة بالأمراض أو الحشرات ، وكذلك المصابة بالعيوب الفسيولوجية .

٣ – ترك جزء من العنق أو الكأس بالثمرة :

يفضل فى بعض الخضروات ترك جزء من العنق بالثمرة ، لأن ذلك يقيها من التلف والجفاف ، فضلاً على إعطاء الثمرة شكلاً مقبولاً ، لكن العنق قد يحدث تلفاً فى الثمار المجاورة كما فى الطماطم .

التداول

يعنى بالتداول العمليات التى تجرى على محاصيل الخضر بعد الحصاد بهدف إعدادها للتسويق . يصلح بعض هذه العمليات لجميع الخضروات ، ولا يصلح البعض الآخر إلا لخضروات معينة . وفيما يلى بيان بجميع هذه العمليات .

١ – تجميع المحصول ونقله إلى محطات التعبئة أو مصانع الحفظ .

٢ – التنظيف الجاف .

٣ – الغسيل والتطهير : ويكون التطهير باستخدام الكلور بتركيز من ٥٠ – ١٠٠ جزء فى المليون ، ويستعمل لذلك هيبوكلوريت الصوديوم .

٤ – إزالة الأجزاء الزائدة Trimming .

٥ – الربط فى حزم Bunching .

٦ – الفرز Sorting .

٧ – التدريج Grading .

٨ – العلاج ، أو المعالجة Curing :

تجرى هذه العملية لبعض الخضر ، كالبصل ، والثوم، والبطاطس ، والبطاطا ، وتعرف فى البصل والثوم باسم التسميط . يكون الغرض من هذه العملية خفض نسبة الرطوبة فى الأبصال ، فيقل بذلك التلف أثناء التخزين . أما فى حالة البطاطس والبطاطا ، فإنها تتم بوضع المحصول بعد الحصاد فى درجتى حرارة ورطوبة مرتفعتين نسبياً لمدة ٥ - ١٠ أيام؛ بهدف تكوين طبقة بيريدرم Periderm على كل من الأنسجة السليمة والمجروحة لوقاية الأنسجة من الإصابات المرضية ، وتقليل فقد الماء بالنتح .

٩ - التشميع Waxing : تجرى هذه العملية للخضر الثمرية والجذرية بهدف تحسين مظهرها ، ويستخدم لذلك شموع فى صور مختلفة منها المستحلبات المائية .

١٠ - التعبئة والتغليف .

١١ - الإنضاج الصناعى : تجرى هذه العملية بهدف إسراع نضج بعض الثمار ، مثل : الطماطم ، وشهد العسل . ويستخدم الإيثيلين ، أو الإيثريل Ethrel الذى ينتج غاز الإيثيلين داخل النسيج النباتى .

١٢ - التبريد المبدئى Pre - Cooling :

يجرى التبريد المبدئى بغرض التخلص من حرارة الحقل Field Heat (خاصة عندما يكون الحصاد فى الجو الحار) ؛ لتقليل سرعة نضج وتدهور المحصول ، بإبطاء التنفس ، وخفض نشاط الكائنات الحية ، وتقليل الفقد الرطوبى من المحصول أثناء النقل . وسنتناول هذه العملية بالشرح فى موضع آخر من هذا الفصل .

التغيرات التى تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد

يمكن - بصورة عامة - تقسيم التغيرات التى تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد إلى تغيرات مرغوبة وأخرى غير مرغوبة .

أولاً : التغيرات المرغوبة

من أهم التغيرات المرغوبة التى تحدث فى الثمار المخزنة مايلى :

١ - كل التغيرات التى تؤدى إلى تحسين الصفات التى تجعل الثمار صالحة للأكل ،

سواء من حيث اللون ، أم النكهة ، أم القوام . وهى تغيرات تصاحب استكمال النضج فى الثمار التى تحصد قبل تمام نضجها ، كما فى الصماطم ، والقاوون الشبكى ، والقاوون الأملس .

أ – فالطماطم تحصد عادة ما بين طور النضج الأخضر وطور النضج الوردى حسب درجة الحرارة ، والمدة التى تمر من الحصاد إلى التسويق . وتستكمل الثمار تلونها قبل وصولها إلى المستهلك .

ب – والقاوون الشبكى يكتسب أفضل طعم ونكهة بعد ٢ –٣ أيام من التخزين .

جـ – أما القاوون الأملس فتلزمه المعاملة بالإيثيلين لاستكمال النضج بعد الحصاد .

٢ – يعتبر تبييض الكرفس من التغيرات المرغوبة التى تحتاج هى الأخرى إلى المعاملة بالإيثيلين .

٣ – ومن التغيرات المطلوبة أيضاً تحول النشا إلى سكر أثناء فترة العلاج فى جذور البطاطا ، وفى ثمار القرع العسلى ، مع إطالة فترة التخزين ، وفى الجزر فى الأيام الأولى من التخزين .

ثانياً : التغيرات غير المرغوبة

تشمل التغيرات غير المرغوبة كل ما يؤدى إلى تدهور المحصول وتلفه . وهى فى غالب الأمر امتداد للتغيرات المرغوبة التى سبق بيانها ، حيث تتخطى الثمار مرحلة النضج المناسبة للاستهلاك وتصبح زائدة النضج over ripe ، كما أن من التغيرات غير المرغوبة ما لا علاقة له بمسألة النضج كما سيأتى بيانه ، ومن هذه التغيرات مايلى :

١ – التغيرات فى اللون :

قد تحدث تغيرات مرغوبة فى اللون ، و من أمثلتها ما يلى :

أ – فقدان الكلوروفيل – أى فقدان اللون الأخضر – فى الخضر التى تؤكل خضراء ، كالخضر الورقية ، و الخيار ، والفاصوليا ، والبسلة الخضراء ، وغيرها .

ب – تكوّن لون بنى غير مرغوب نتيجة لأكسدة المواد الفينولية ، كما فى البطاطس .

جـ – اخضرار درنات البطاطس عند تعرضها للضوء .

٢ – التغيرات فى الكربوهيدرات :

من أمثلة التغيرات غير المرغوبة فى المواد الكربوهيدراتية ما يلى :

أ – تحول النشا إلى سكر فى البطاطس المخزنة على درنة حرارة أقل من ٥°م ، حيث تتراكم السكريات تحت هذه الظروف . ويؤدى ذلك إلى اكتساب البطاطس لونا بنيا داكنا ، بدلا من اللون الأصفر الذهبى المرغوب عند التحمير فى الزيت بسبب احتراق السكريات . هذا .. ويرجع ذلك التغير فى اللون إلى السكريات المختزلة فقط . و تختلف الأصناف فى قابليتها لتراكم السكريات المختزلة عند التخزين فى درجات الحرارة المنخفضة .

ب – تحول السكر إلى نشا فى بعض الخضروات ، كالبسلة والذرة السكرية عند تخزينها فى درجة حرارة مرتفعة ، فتفقد الذرة السكرية ٦٠ ٪ من محتواها من السكر خلال يوم واحد من التخزين فى ٣٠°م ، بالمقارنة بـ ٦ ٪ فقط عند التخزين فى الصفر المئوى . ويصاحب فقدان السكر انخفاض كبير فى صفات الجودة .

٣ – فقدان الصلابة :

تفقد الثمار صلابتها لتحلل البكتينات والمواد الأخرى العديدة التسكر ، و تصبح طرية وأكثر حساسية للأضرار الميكانيكية

٤ – التغيرات فى الطعم :

تحدث التغيرات غير المرغوبة فى طعم الخضر المخزنة ؛ نتيجة لما يحدث فيها من تغيرات فى الأحماض العضوية ، والبروتينات ، والدهون .

٥ – فقدان الفيتامينات :

تفقد الخضروات المخزنة جزءاً من محتواها من الفيتامينات ، و يكون ذلك واضحا بوجه خاص فى فيتامين جـ . و يمكن تقليل هذا الفقد بسرعة تبريد المحصول بعد الحصاد ، وتخزينه فى درجات حرارة منخفضة . كما يفيد التخزين فى الجو المعدل – الذى تقل فيه نسبة الأكسجين فى تقليل أكسدة الفيتامينات .

٦ – النموات النباتية :

يحدث أثناء التخزين أن تتكون نموات نباتية بالثمار ، كما فى الحالات التالية :

أ – تزريع البطاطس ، والبصل ، والثوم ، والخضر الجذرية ، كالجزر واللفت ، ويقلل ذلك من صلاحيتها للتسويق .

ب – إنبات البذورداخل الثمار ، و هو الأمر الذى قد يحدث أحيانا فى ثمار بعض سلالات الطماطم والفلفل .

جـ – استطالة مهاميز الهيلون والتواؤها لأعلى إذا كانت بوضع أفقى أثناء التخزين . وتصاحب ذلك زيادة فى صلابتها .

د – ظهور نموات زغبية بأقراص القنبيط .

٧ – الفقد فى الوزن :

تفقد الخضروات المخزنة جزءا من رطوبتها عن طريق النتح . ويؤدى ذلك إلى ذبولها وتغّير مواصفاتها ، كما تقل الكمية الفعلية المسوقة من المحصول. وتزداد سرعة النتح مع ارتفاع درجة حرارة التخزين ونقص الرطوبة النسبية ، كما يزيد فى الخضر الورقية عنه فى الخضر الدرنية .

٨ – أضرار البرودة :

تحدث أضرارالبرودة Chilhing Injury فى معظم الخضروات الاستوائية وشبه الاستوائية عندما تخزن فى درجة حرارة أعلى من درجة تجمدها ، و أقل من ٥ – ١٥°م . ويتوقف الحد الأعلى للمجال الحرارى الذى تحدث فيه أضرار البرودة على نوع المحصول .

و من مظاهر أضرار البرودة ما يلى :

أ – حدوث تغيرات داخلية وخارجية فى اللون discoloration .

ب – ظهور نقر Pits على سطح الثمار .

جـ – ظهور مناطق مائية المظهر Water - Soaked .

د – عدم تجانس النضج أو عدم إكتماله .

هـ – ظهور طعم غير مستساغ .

و – تكون الخضروات أكثر عرضة للإصابة بالنموات الفطرية السطحية ، و التحلل .

ولدرجة الحرارة تأثير متجمع Cumulative ، حيث يبدأ فى الحقل قبل الحصاد ، ويستمر مع التخزين فى درجة الحرارة المنخفضة . و كثيرا ما تبدو الخضر طبيعية المظهر عند إخراجها من المخازن الباردة ، إلا أنها سرعان ما تظهر عليها أضرار البرودة بعد بقائها فى الجو العادى لمدة يوم أو يومين ، أى أثناء فترة التسويق .

٩ - أضرار التجمد :

تحدث أضرار التجمد Freezing Injury من جرّاء تكون البللورات الثلجية فى الخلايا بأنسجة الخضروات ، حيث يبدو النسيج المتجمد بعد إخراجه من المخزن وتعرضه لدرجة الحرارة العادية كما لو كان منقوعاً فى الماء Water - Soaked .

ومن أشد الخضروات حساسية لأضرار التجمد كل من : الهليون ، والفاصوليا الخضراء، والخيار ، والباذنجان ، والخس ، والفلفل ، والبطاطس ، وقرع الكوسة . ، والبطاطا ، والطماطم . تحدث بهذه الخضروات أضرار شديدة عند تعرضها للتجمد ولو لفترة قصيرة .

١٠ - أضرار نقص الأكسجين :

يحدث النقص فى الأكسجين من جراء تنفس الخضروات المخزنة ، و يكون ذلك مصحوبا بزيادة فى نسبة ثانى أكسيد الكربون . وتختلف الخضروات فى مدى حساسيتها لذلك . ومن الأضرار التى يحدثها نقص الأكسجين ما يلى :

أ - ظهور حالة القلب الأسود فى درنات البطاطس .

ب - تبقع قرون الفاصوليا الخضراء ببقع بنية اللون .

١١ - أضرار الإيثيلين :

تنتج الفاكهة والخضروات غاز الإيثيلين عند نضجها وأثناء تخزينها . وتختلف الثمار كثيرا فى معدل إنتاجها للغاز . و يؤدى وجود الثمار ذات المعدلات المرتفعة فى إنتاج الغاز - مثل : التفاح ، والكمثرى ، و البرقوق ، و الأفوكادو ، والقاوون الشبكى ، والباباظ ، والخوخ - (وكذلك الخضر الحساسة للغاز) إلى حدوث أضرار كثيرة . ومن أمثلة هذه الأضرار ما يلى :

أ – فقدان اللون الأخضر :

فالإيثيلين يسرع من تحلل الكلورفيل ، و يؤدى إلى اصفرار الأنسجة الخضراء ، فتنخفض بذلك صفات الجودة فى الخضر الورقية ، و فى الثمار الخضراء ، كالخيار والكوسة ، و الخضر الأخرى ، كالبروكولى والخرشوف .

ب – انفصال الأوراق والأعضاء النباتية الأخرى Abscission :

يؤدى التعرض للإيثيلين إلى انفصال الأوراق وسقوطها فى الكرنب ، و القنبيط ، والخضر الورقية ، وانفصال البراعم فى البروكولى ، وانفصال أوراق الكأس فى الباذنجان.

جـ – تأثيرات غير مرغوبة على القوام :

يؤدى تعرض الثمار للإيثيلين إلى فقدانها لصلابتها ، و خفض فترة تخزينها و قدرتها على تحمل الشحن ، كما فى البطيخ ، بينما تزيد الصلابة فى مهاميز الهليون .

د – تغيرات فى الطعم :

برغم أن الإيثيلين يحدث تغيرات هامة مرغوبة فى طعم ونكهة الخضروات – تشمل تحول النشا إلى سكر ، وفقدان الحموضة ، و تكوين المركبات المتطايرة – إلا أنه يؤدى أيضا إلى إحداث تغيرات غير مرغوبة ، مثل تكون طعم مرّ فى كل من الجزر ، و الكرنب .

هـ – تبرعم درنات البطاطس .

و – تكون تبقعات صدئة Russet Spotting فى الخس .

تنفس منتجات الخضر بعد الحصاد

يمكن إرجاع غالبية التغيرات التى تطرأ على الخضروات بعد الحصاد إلى تنفس أنسجتها ، و ما يصاحب ذلك من نشاط إنزيمى و انطلاق للطاقة ؛ فتوجد علاقة طردية مباشرة بين سرعة تدهور الخضروات المخزنة ومعدل تنفس أنسجتها . و تعد أكثر الخضر ارتفاعا فى معدل التنفس الهليون ، والبروكولى ، والذرة السكرية ، والبسلة ، والسبانخ ، وأقلها فى معدل التنفس البصل ، والبطاطس ، والكرنب .

ويزداد معدل التنفس بمقدار ٢ – ٣ أضعاف فيما بين الصفر المئوى ، و ١٠°م ، وبمقدار الضعف مع كل زيادة فى درجة الحرارة بعد ذلك مقدارها ١٠ درجات مئوية فيما بين ١٠ – ٣٥ °م . هذا بينما يؤدى خفض نسبة الأكسجين وزيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون فى جو المخزن إلى خفض معدل تنفس الخضر ، و يسمى ذلك الإجراء بالتخزين فى الجو المعدل Modified Atmosphere . ويحتوى الجو المعدل على ٣ – ٥ ٪ أكسجيناً، ونحو ٥ ٪ ثانى أكسيد الكربون .

وسائل إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها أثناء التخزين

من أهم وسائل إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها أثناء التخزين ما يلى :

١ – قصر التخزين على الخضروات التى وصلت إلى طور النضج المناسب .

٢ – عدم تخزين الخضروات المخدوشة والمصابة بالآفات .

٣ – الوقاية من الكائنات الدقيقة المسببة للعفن بالمعاملة بالكيماويات ، مثل البوراكس ، وهيبوكلوريت الصوديوم ، و غاز ثانى أكسيد الكبريت .

٤ – إجراء المعاملات الخاصة بمنع التزريع الذى يحدث فى بعض الخضر ، كالبطاطس، والبصل ، والثوم :

قد تجرى هذه المعاملات قبل الحصاد أو بعده ، ويستخدم لذلك مركبات مثل الماليك هيدرازيد ، و ميثيل إستر نفثالين حامض الخليك .

٥ – التبريد المبدئى Pre - cooling :

تجرى عملية التبريد المبدئى – بغرض التخلص من حرارة الحقل – إما قبل التحميل على الشاحنات ، و إما بعد التحميل مباشرة . و تتراوح مدة العملية من ٣٠ دقيقة إلى ٢٤ ساعة حسب الطريقة المتبعة . و من أهم الطرق المتبعة فى هذا الشأن ما يلى :

أ – استخدام غرف التبريد ، أو العربات المبردة .

ب – وضع ثلج بالعبوات مخلوطا بالمنتج أو على سطحه .

جـ – الغمس فى الماء المثلج ،أو إمرار المنتج تحت رذاذ من الماء المثلج Hydrocooling .

د – التبريد بطريقة السريان الجبرى للهواء Forced Air Cooling .

هـ – التبريد بالتفريغ Vacuum Cooling :

يعتمد التبريد بالتفريغ على أساس أن تعرض الخضر للتفريغ – وهى فى حيز مغلق – يؤدى إلى تبخر الرطوبة منها ، ويؤدى ذلك تلقائيا إلى انخفاض درجة حرارتها ، لأن عملية تبخر الماء تلزمها طاقة يُتحصل عليها من الخضر ذاتها . وتصلح هذه الطريقة للخضروات ذات الأسطح التبخرية الكبيرة ، مثل الخضر الورقية عموما . ويلزم إجراؤها على الخضر وهى مبتلة ، حتى لاتفقد نسبة كبيرة من رطوبتها .

٦ – التخزين فى درجة حرارة منخفضة:

يعمل التخزين فى درجة حرارة منخفضة على إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها بتثبيطه لكل مما يلى :

أ – التنفس والأنشطة الحيوية الأخرى .

ب – التدهور الذى يحدث مع زيادة النضج وفقدان الثمار لصلابتها والتغيرات فى القوام واللون .

جـ – الفقد فى الرطوبة و الذبول .

د – التلف الناتج من الإصابة بالبكتيريا والفطريات و الخمائر .

هـ – النموات غير المرغوبة ، كما يحدث فى البصل و البطاطس .

ويبين جدول (١٣-٢) درجات الحرارة والرطوبة النسبية الملائمة لتخزين محاصيل الخضر، وفترة التخزين التى تظل خلالها الخضر بحالة جيدة تحت هذه الظروف .

٧ – التحكم فى الرطوبة النسبية فى جو المخزن :

للرطوبة النسبية أهمية كبيرة بالنسبة للخضروات المخزنة ، لأن نقص الرطوبة يسرع من ذبول الخضروات ، و زيادتها عن اللازم – أى عندما تكون قريبة من ١٠٠ ٪ – يؤدى إلى نمو العفن على الجدران و الأرضيات والعبوات ، و على الخضر نفسها . وينصح غالبا برطوبة نسبية تتراوح من ٩٠ – ٩٥ ٪ فى معظم الخضروات مع بعض الاستثناءات ، كما فى البصل ، و الثوم ، و البطاطس (جدول ١٣ – ٢) .

جدول (١٣-٢) : درجات الحرارة والرطوبة النسبية الملائمة لتخزين محاصيل الخضر ، وفترة التخزين التى تظل خلالها الخضر بحالة جيدة تحت هذه الظروف .

الخضر	الظروف المناسبة للتخزين		
	درجة الحرارة (م°)	الرطوبة النسبية (٪)	فترة التخزين
الخرشوف	صفر	٩٥	٢ - ٤ أسبوع
الهليون	صفر - ٢	٩٥	٢ - ٣ أسبوع
فاصوليا الليما	صفر - ٤	٩٠	١ - ٢ أسبوع
الفاصوليا الخضراء	٤ - ٧	٩٠ - ٩٥	٧ - ١٠ يوم
البنجر (بالأوراق)	صفر	٩٥	١٠ - ١٤ يوم
البنجر (بدون أوراق)	صفر	٩٥	٣ - ٥ شهر
البروكولى	صفر	٩٠ - ٩٥	١٠ - ١٤ يوم
كرنب بروكسل	صفر	٩٠ - ٩٥	٣ - ٥ أسبوع
الكرنب	صفر	٩٠ - ٩٥	٣ - ٦ أسبوع
الجزر (بدون أوراق)	صفر	٩٠ - ٩٥	٤ - ٥ شهر
القنبيط	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٤ أسبوع
الكرفس	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٣ شهر
الذرة السكرية	صفر	٩٠-٩٥	٤ - ٨ يوم
الخيار	٧ - ١٠	٩٠ - ٩٥	١٠ - ١٤ يوم
الباذنجان	٧ - ١٠	٩٠	١ أسبوع
الهندباء	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٣ أسبوع
الثوم	صفر	٦٥ - ٧٠	٦ - ٧ شهر
كرنب أبو ركبة	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٤ أسبوع
الكرات أبو شوشة	صفر	٩٠ - ٩٥	١ - ٣ شهر
الخس	صفر	٩٥	٢ - ٣ أسبوع
القاوون			
الشبكى ($\frac{3}{4}$ إنفصال)	٢ - ٤	٨٥ - ٩٠	١٥ يوم
الشبكى (انفصال كامل)	صفر - ٢	٨٥ - ٩٠	٥ - ١٤ يوم
الكاسابا	٧ - ١٠	٨٥ - ٩٠	٤ - ٦ أسبوع
شهد العسل	٧ - ١٠	٨٥ - ٩٠	٣ - ٤ أسبوع
الفارسى	٧ - ١٠	٨٥ - ٩٠	٢ أسبوع
البطيخ	٤ - ١٠	٨٥ - ٨٠	٢ - ٣ أسبوع
عيش الغراب	صفر	٩٠	٣ - ٤ يوم

جدول (١٣-٢) : يتبع .

الخضر	الظروف المناسبة للتخزين		
	درجة الحرارة (م°)	الرطوبة النسبية (٪)	فترة التخزين
البامية	٧ - ١٠	٩٠ - ٩٥	٧ - ١٠ يوم
البصل (الرؤوس)	صفر	٦٥ - ٧٠	١ - ٨ شهر
البصل الأخضر	صفر	٩٠ - ٩٥	—
البقدونس	صفر	٩٠ - ٩٥	١ - ٢ شهر
البسلة الخضراء	صفر	٩٠ - ٩٥	١ - ٣ أسبوع
الفلفل الأخضر	٧ - ١٠	٩٠ - ٩٥	٢ - ٣ أسبوع
الفلفل الأحمر	٤ - ٧	٩٠ - ٩٥	١ أسبوع
البطاطس	٤	٩٠	٤ - ٥ شهر
القرع العسلى	١٠ - ١٣	٧٠ - ٧٥	٢ - ٣ شهر
الفجل	صفر	٩٠ - ٩٥	٣ - ٤ أسبوع
السبانخ	صفر	٩٠ - ٩٥	١٠ - ١٤ يوم
الكوسة	صفر - ١٠	٩٠	٥ - ١٤ يوم
قرع الشتاء	١٠ - ١٣	٥٠ - ٧٥	١ - ٦ شهر حسب الصنف
البطاطا	١٣ - ١٦	٨٥ - ٩٠	٤ - ٦ شهر
طماطم خضراء ناضجة	١٣ - ٢١	٨٥ - ٩٠	١ - ٣ أسبوع
طماطم حمراء	٧ - ١٠	٨٥ - ٩٠	٤ - ٧ يوم
اللفت	صفر	٩٠ - ٩٥	٤ - ٥ شهر

٨ - التخزين فى الجو المعدل :

الجو المعدل هو الجو الذى تقل فيه نسبة الأكسجين وتزيد نسبة ثانى أكسيد الكربون عما هى فى الهواء العادى . و الفرق بين الجو المعدل Modified Atmosphere ، و الجو المتحكم فيه Controlled Atmosphere أن درجة التحكم فى نسبتى الغازين تكون فى الأول قليلة أو منعدمة ، حيث تعتمد على النقص الطبيعى للأكسجين والزيادة الطبيعية لثانى أكسيد الكربون مع التنفس . أما فى الحالة الثانية .. فيتم التحكم فى نسبتى الغازين طوال فترة التخزين .

٩ – توفير التهوية المناسبة فى المخازن ؛ لمنع ارتفاع الرطوبة إلى ١٠٠ ٪ ، ولضمان تجانس درجة الحرارة فى المخزن .

١٠ – التخزين فى الظلام ، أو على الأقل فى إضاءة منخفضة جدا .

١١ – العناية بنظافة المخازن والحماية من القوارض .

الفصل الرابع عشر

النموات غير الطبيعية فى الخضر ومسبباتها

نتناول بالدراسة فى هذا الفصل تحليلا لمختلف العوامل التى تكمن وراء النموات غير الطبيعية فى محاصيل الخضر ، سواء أكانت عوامل بيئية (جوية ، و أرضية ، و عناصر غذائية) ، أم زراعية ، أم بيولوجية (مثل الإصابات المرضية والحشرية ، والأكاروسية) ، أم وراثية (أى ترجع إلى خاصية وراثية فى الصنف المستخدم فى الزراعة)

أولا : الظواهر العامة فى مختلف مراحل النمو النباتى

الشتلات

تكون الشتلة جيدة عندما تصل إلى الحجم المناسب ، و يتوقف ذلك على المحصول . وعموما .. يجب أن يكون النمو الجذرى جيدا و متشعباً ، وأن يتراوح طول النمو الخضرى من ١٠ – ١٥ سم ، وألا تكون ساق البادرة عصيرية أو متخشبة ، بل وسطا بين ذلك ويفضل أن تكون الأوراق جيدة النمو وذات لون أخضر داكن ، بالإضافة إلى ضرورة خلو الشتلة من الآفات .

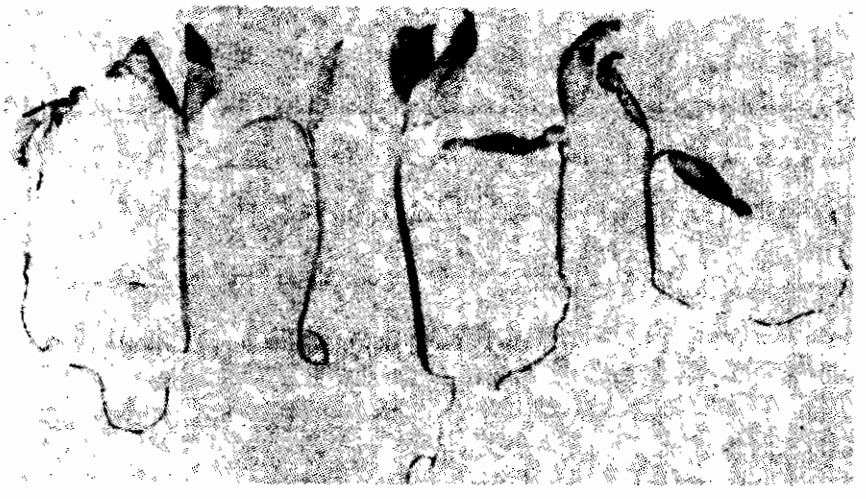
ومن أهم الانحرافات عن النمو الطبيعى فى الشتلات ما يلى :

١ – اصفرار الأوراق السفلى : قد يرجع إلى نقص عنصر النيتروجين ، أو إلى التمادى فى عملية التقسية .

٢ – تلون عروق الورقة أو ساق الشتلة بلون أخضر مشوب بالأحمر أو القرمزى : قد يرجع إلى نقص عنصر الفوسفور ، أو إلى التعرض لدرجات حرارة منخفضة .

٣ – تساقط البادرات الصغيرة فى المشتل بعد اختناقها من أسفل (شكل ١٤–١) : يرجع ذلك إلى الإصابة بمرض تساقط البادرات ، و هو مرض فطرى تسببه مجموعة من الفطريات التى تعيش فى التربة .

تشتد الإصابة بالمرض فى حالات تزاحم الشتلات ، وزيادة الرطوبة الأرضية ، وسوء التهوية ، وضعف الإضاءة ، وارتفاع درجة الحرارة ، وزيادة الأزوت فى وسط الزراعة .



شكل (١٤–١) : أعراض الإصابة بمرض تساقط البادرات ، أو الذبول الطرى التالى للإنبات Post - emergence damping - off .

٤ – تكوّن شتلات طويلة ورهفية وضعيفة : يرجع ذلك إلى تزاحم البادرات فى المشتل ، أو زيادة الرطوبة الأرضية ، أو ارتفاع درجة الحرارة ، أو انخفاض شدة الإضاءة .

٥ – تكون شتلات متقزمة : يرجع ذلك إلى انخفاض درجة الحرارة(يصاحب ذلك ظهور لون أخضر مشوب بالحمرة ، أو القرمزى بعروق الأوراق ، و على قاعدة ساق النبات) ، أو الإصابة بالأمراض (خاصة أمراض الجذور ، أو قاعدة الساق مثل عفن الرقبة) ، أو زيادة تركيز الأملاح ، أو نقص العناصر (وأهمها الأزوت والفوسفور) .

٦ – تكون شتلات متخشبة : يرجع ذلك إلى التمادى فى عملية الأقلمة أو التقسية .

٧ – ضعف النمو الجذرى للشتلات : قد يرجع ذلك إلى سوء التهوية فى بيئة الزراعة (بسبب زيادة الرطوبة الأرضية ، أورداءة الصرف) ، أو نقص مستوى التسميد ، أو زيادة ملوحة التربة ، أو انخفاض درجة الحرارة ، أو بسبب تخلف مواد سامة فى التربة (بعد التعقيم ، أو بعد مكافحة الحشائش بالمبيدات) .

٨ – ذبول و موت الشتلات عقب الشتل : يرجع ذلك إما إلى استخدام شتلات رهيفة وضعيفة وطويلة ، أو ذات مجموع جذرى ضعيف ، أو مصابة بأمراض الجذور ، و إما إلى تعرض النباتات لرياح حارة جافة عقب الشتل ، أو لنقص فى الرطوبة الأرضية ، وإما إلى عدم ضغط التربة جيدا حول جذور النباتات عقب الشتل .

إنبات البذور فى الحقل الدائم

الإنبات الجيد هو الذى يتم خلال فترة زمنية مناسبة (تختلف من ٣ – ٨ أيام حسب المحصول) وبنسبة عالية (تتراوح – تحت ظروف الحقل – من ٦٠ ٪ فى الخيميات إلى ٨٥٪ فى الطماطم والقرعيات) ، ويؤدى إلى تكوين بادرات سليمة و قوية النمو .

و من أهم الانحرافات عن الإنبات الجيد ما يلى :

١ – بطء الإنبات : يرجع ذلك أساسا إلى انخفاض درجة الحرارة عن المجال المناسب للمحصول ، و لكنه قد يرجع أيضا إلى زيادة عمق الزراعة ، أو انضغاط التربة . ، أو نقص الرطوبة الأرضية .

٢ – ضعف نسبة الإنبات : يرجع ذلك إما إلى فقد البذور لحيوتها (بسبب تخزينها تحت ظروف غير مناسبة – وهى الحرارة العالية والرطوبة الجوية العالية – أو تخزينها لعدة سنوات بعد إنتاجها) ، وإما إلى إصابتها بالأمراض التى تسبق بزوغ البادرات من التربة (مثل أعفان البذور والذبول الطرى السابق للإنبات) أو بالحشرات (مثل الحفار)، وإما إلى نقص أو زيادة الرطوبة الأرضية (التى تشجع على الإصابة بأعفان البذور خاصة فى بعض المحاصيل مثل الفاصوليا و اللوبيا) ، وإما إلى انحراف درجة الحرارة كثيرا عن المجال المناسب للإنبات سواء بالانخفاض ، أم بالارتفاع (الأمر الذى يحفز الإصابة بأعفان

البنور) ، وإما إلى زيادة عمق الزراعة ، أو زيادة ملوحة التربة ، أو تكون قشرة صلبة على سطحها .

٣ – تكوين بادرات ضعيفة : يرجع ذلك إما إلى فقد البنور لقوة نموها Seed Vigor (بسبب تخزينها فترات طويلة أو تحت ظروف غير مناسبة) ، وإما لإصابة البادرات بالأمراض (خاصة أمراض الجنور و قاعدة الساق) ، و إما لسوء التغذية (نقص العناصر خاصة النتروجين) ، وسوء الظروف الأرضية (مثل سوء الصرف وزيادة الملوحة) ، و إما إلى تعرض البادرات – فترات – طويلة – لدرجات حرارة منخفضة عن الحدود الدنيا التى تتحملها .

٤ – تكوين بادرات شاذة كأن تكون خالية من القمة النامية ، أو ينقصها جزء من إحدى الورقتين الفلقيتين ، أو ورقة كاملة ، أو كلتيهما ، أو تكون سيقانها ملتفة ، أو أوراقها الأولى غير طبيعية المظهر ، و يرجع ذلك إما إلى سوء تداول البنور الذى يؤدى إلى إحداث كسور بجنين البذرة (خاصة فى الفاصوليا) ، و إما لتشرب البنور – الشديدة الجفاف – للرطوبة بسرعة فى التربة (كما فى الفاصوليا أيضا) ، وإما لإصابة البنور بالأمراض الفيروسية ، وإما لأسباب وراثية .

النموات الخضرية

تنمو نباتات الخضر فى الظروف المناسبة لها نموا خضريا قويا ومنتظما ، يترتب عليه تكوين سيقان غضة (ليست رهيفة أو متخشبة) متوسطة السمك والطول (فلا تكون رفيعة، أو ذات سلاميات طويلة) ، وتكوين أوراق كبيرة خضراء يانعة ؛ الأمر الذى يساعد على زيادة تضيع الغذاء ، الذى يخزن بعد ذلك فى الجزء الاقتصادى من المحصول .

ومن أهم الانحرافات عن النموات الخضرية الطبيعية ، ومسبباتها ما يلى :

الانحراف عن النمو النباتى الطبيعى	المسبب
١ – زيادة طول السلاميات .	ضعف الإضاءة – زيادة كثافة الزراعة .
٢ – غزارة النمو الخضرى وضعف الإزهار والإثمار .	زيادة الآزوت – ضعف الإضاءة – توفر الرطوبة .
٣ – تقزم النباتات .	نقص الآزوت – إصابات الجنور المرضية والحشرية – انخفاض الحرارة – زيادة الأملاح بالتربة .
٤ – اصفرار الأوراق السفلى .	نقص الآزوت – سوء الصرف – أمراض الجذور والحزم الوعائية – زيادة الرى .
٥ – اكتساب الأوراق السفلى لونا أرجوانيا .	نقص الفوسفور .
٦ – اكتساب الأوراق – عامة – لونا أرجوانيا .	انخفاض الحرارة .
٧ – اصفرار ثم احتراق حواف الأراق السفلى .	نقص البوتاسيوم – زيادة الملوحة – سوء الصرف
٨ – جفاف واحتراق حواف الأوراق عامة .	الرياح الحارة الجافة .
٩ – اصفرار خفيف بالأوراق العليا ، ثم ظهور بقع متحللة بها ، والتفاف حوافها لأسفل ، ثم موت القمم النامية ، مع تقزم الجنور .	نقص الكالسيوم – زيادة البوتاسيوم والمغنيسيوم – الإصابة بالرايزكتونيا فى البطاطس .
١٠ – اصفرار بين العروق فى الأوراق السفلى .	نقص المغنسيوم – الإصابة بفيروسات الاصفرار (شكل ١٤-٢ ، يوجد فى آخر الكتاب) – زيادة البوتاسيوم .
١١ – اصفرار بين العروق فى الأوراق الحديثة ، ثم تحولها إلى اللون الأبيض العاجى بينما تبقى العروق خضراء اللون.	نقص الحديد – زيادة الفوسفور والزنك والنحاس والمنجنيز – سوء الصرف .
١٢ – اصفرار بين العروق فى الأوراق الحديثة ، مع تشوه الأوراق وتزاحمها على أفرع قصيرة .	نقص الزنك – زيادة الفوسفور.
١٣ – اصفرار بين العروق فى الأوراق الحديثة ، مع ظهور بقع متحللة صغيرة على امتداد وسط الورقة	نقص المنجنيز – سوء الصرف – بعض الإصابات المرضية والحشرية .
١٤ – انهيار الأنسجة الميرستيمية فى القمم النامية والحزم الوعائية بالجذور و السيقان وتشوه الأوراق الحديثة.	نقص البورون – الإصابة بالمن (بالنسبة لأعراض القمم النامية) .

الانحراف عن النمو النباتى الطبيعى	المسبب
١٥ – ذبول الأوراق ذبولا مؤقتا خلال فترة ارتفاع الحرارة بعد الظهر.	أعراض طبيعية تظهر على محاصيل الخضر ذات الأوراق العريضة مثل القرعيات بسبب زيادة النتح عن قدرة الجذور على امتصاص الماء .
١٦ – ذبول أحد فروع النبات أو النبات كله ذبولا دائما.	الإصابة بأمراض الحزم الوعائية (شكل ١٤–٣) أو أعفان الجذور – جفاف التربة .
١٧ – ظهور لون أبيض دقيقى على سطح الأوراق .	الإصابة بمرض البياض الدقيقى (شكل ١٤ –٤، يوجد فى آخر الكتاب) .

شكل (١٤–٣) : أعراض الذبول الناشىء عن الإصابة بمرض الذبول الفيوزارى فى الطماطم .

النموات الثمرية و أعضاء التخزين الجذرية والدرنية

قد تظهر انحرافات عن النمو الطبيعى للثمار وأعضاء التخزين الأخرى مثل الجذور والدرنات . وتذكر فيمايلى الانحرافات ذات الطابع العام ومسبباتها :

الإنحراف عن النمو الطبيعى	المسبب
١ – عدم عقد الثمار أو سقوط الثمار الصغيرة الحديثة العقد .	انحراف درجة الحرارة عن المجال المناسب للعقد، سواء أكان ذلك بالارتفاع أم بالانخفاض – هبوب رياح حارة جافة .
٢ – تلخر النضج .	زيادة التسميد الآزوتى – زيادة الرى .
٣ – عدم تلوين الثمار بشكل جيد .	نقص البوتاسيوم – انخفاض درجة الحرارة .
٤ – تشقق الثمار .	عدم الانتظام فى الرى أو زيادته (شكل ١٤–٥) – نقص البوتاسيوم – الإصابة بالأمراض والحشرات – أى عامل يحد من النمو الخضرى .
٥ – صغر حجم الثمار أو الجنور و الدرنات .	حدوث أى ضرر (ميكانيكى أو حشرى) لمبيض الزهرة ، أو للثمار الصغيرة أثناء نموها – سوء التلقيح وعدم كفاية حبوب اللقاح(شكل ١٤–٥).
٦ – عدم انتظام شكل الثمار	

ثانيا : الظواهر الخاصة بمحاصيل خضر معينة

نذكر – فيما يلى – الانحرافات التى تحدث عن النمو الطبيعى فى مختلف محاصيل الخضر – كل على حدة – مع استبعاد تلك التى سبقت الإشارة إليها تحت الظواهر العامة .

المحصول والانحراف عن النمو الطبيعى	المسبب
الطماطم	
١ – عدم وفرة الأزهار	العوامل التى تساعد على النمو الخضرى الغزير مع نقص محتوى النبات من الغذاء المجهز ، مثل زيادة التسميد الآزوتى مع وفرة الرطوبة الأرضية ، وانخفاض مستوى الإضاءة.
٢ – سقوط الأزهار بدون عقد	انخفاض درجة الحرارة ليلا عن ١٣°م – ارتفاع درجة الحرارة ليلا عن ٢٣°م مع ارتفاعها نهارا عن ٣٢°م – هبوب رياح حارة جافة .
٣ – عقد بعض الثمار البكرية	ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة عن الحدود المناسبة للعقد الطبيعى فى بعض الأصناف – رش الأزهار ببعض منظمات النمو .

شكل (١٤-٥) : أعراض الإصابة بالتشقق ، وعدم انتظام شكل الثمار ، وتعفن الطرف الزهرى فى البطيخ . يلاحظ حدوث إصابة ثانوية بأحد الكائنات المسببة للعفن فى الثمرة المصابة بتعفن الطرف الزهرى .

المحصول والإنحراف عن النمو الطبيعى	المسبب
٤ – بطء تلون الثمار أو عدم تلونها بشكل جيد	انخفاض درجة الحرارة عن ١٣°م لفترة طويلة بعد وصول الثمار إلى طور النضج الأخضر .
٥ – نقص نسبة المواد الصلبة الذائبة بالثمار	زيادة الرى – ضعف الإضاءة – إصابة النموات الخضرية بالأمراض والحشرات .
٦ – ظهور بقعة جافة رمادية أو سوداء اللون فى الطرف الزهرى للثمرة (تعفن الطرف الزهرى)	نقص الرطوبة الأرضية – نقص الكالسيوم – تزداد الحالة فى الأصناف ذات الثمار الطويلة.
٧ – تشققات الثمار (شكل ١٤ – ٦)	عدم انتظام الرى – زيادة الرى قبل الحصاد – الرى بالرش – كثرة هطول الأمطار أثناء نضج الثمار – التربية الرأسية فى الحقول المكشوفة – تزداد الظاهرة فى بعض الأصناف .

شكل (١٤-٦) : أعراض الإصابة بالتشقق العمودى فى الطماطم .

المحصول والإنحراف عن النمو الطبيعى	المسبب
٨ – ظهور بقعة بيضاء أو صفراء اللون على الثمرة (لفحة أو لسعة الشمس) .	التعرض المباشر لأشعة الشمس القوية .
٩ – عدم انتظام تلون الثمار خارجيا وداخليا (النضج المتبقع) .	التعرض الفجائى لأشعة الشمس بسبب ممارسات زراعية خاطئة – صابة النموات الخضرية بالأمراض – التربية الرأسية للنباتات فى الحقول المكشوفة .
١٠ – ظهور انحناءات وبروزات كبيرة ومتزاحمة فى الطرف الزهرى للثمرة (وجه القط) (شكل ١٤ – ٧) .	نقص البوتاسيوم – الإضاءة الضعيفة ارتفاع الرطوبة النسبية – الإصابة بفيروس تبرقش الدخان . عقد الثمار فى الجو البارد – تزيد الظاهرة فى الأصناف ذات الثمار المفصصة .

شكل (١٤-٧) : أعراض الإصابة بوجه القط فى الطماطم .

المحصول والإنحراف عن النمو الطبيعى	المسبب
١١ – ظهور ثمار بها فجوات داخلية مكان المشيمة (الجيوب أو المساكن الفارغة) .	ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة عن المجال المناسب للعقد الجيد – معاملة الأزهار تحت الظروف السابقة بمنظمات النمو – تزيد الظاهرة فى أصناف معينة .
١٢ – التفاف الأوراق	صفة وراثية فى بعض الأصناف مثل VFI45 – التقليم الجائر للنباتات المرباة رأسيا – الحمل الغزير مقارنة بالنمو الخضرى – زيادة الرطوبة الأرضية لفترة طويلة – تزيد الإصابة بفيرس تبرقش أوراق الدخان من حدة الظاهرة .
البطاطس	
١ – إنبات عدد قليل من السيقان من قطعة التقاوى	كسر سكون الدرنات خلال فترة وجيزة قبل التخلص من السيادة القمية – استخدام تقاوى صغيرة الحجم قليلة العيون .
٢ – تكوين نبت طويل رفيع وملتوى بالتقاوى	تخزين التقاوى فى الظلام .
٣ – نقص الكثافة النوعية ونسبة المادة الجافة فى الدرنات .	زيادة التسميد الآزوتى – زيادة التسميد البوتاسى – الحصاد المبكر – التخلص السريع من النموات الخضرية قبل الحصاد – زيادة الرطوبة الأرضية .
٤ – اخضرار الدرنات	التعرض للضوء قبل الحصاد أو بعده .
٥ – تشققات الدرنات	كثرة التسميد – توفر الرطوبة الأرضية بعد فترة من الجفاف .
٦ – النمو الثانوى بالدرنات	ارتفاع درجة الحرارة – زيادة الرطوبة الأرضية بعد فترة من الجفاف – نشاط النمو بعد فترة من التوقف – تختلف الظاهرة باختلاف الأصناف .
٧ – تسلخ جلد الدرنة وتغير لون الجزء المتسلخ (الترييش ، أو سمطة الشمس)	تداول الدرنات بخشونة أثناء الحصاد – حصاد الدرنات قبل اكتمال نضجها – تعرض الدرنات الحديثة الحصاد لضوء الشمس المباشر والحرارة

المحصول والإنحراف عن النمو الطبيعى	المسبب
	العالية أثناء الحصاد أو بعده مباشرة.
٨ – تكوّن منطقة سوداء فى مركز الدرنة (القلب الأسود) .	ضوء التهوية فى المخازن – ارتفاع درجة الحرارة أثناء التخزين – تزيد الظاهرة فى الأصناف ذات الدرنات الكبيرة الحجم .
٩ – التفاف الأوراق	الإصابة بفيروس التفاف أوراق البطاطس – حدوث أى ضرر ميكانيكى أو مرضى للساق يعيق انتقال المواد الغذائية المجهزة للدرنات – الإفراط فى التسميد الآزوتى .
البصل	
١ – عدم تكون الأبصال	الفترة الضوئية السائدة أقصر من الفترة الحرجة اللازمة للصنف المزروع – انخفاض درجة الحرارة خاصة خلال النصف الثانى من حياة النبات .
٢ – اتجاه النباتات للإزهار قبل الحصاد (الإزهار المبكر)	تخزين بصيلات التقاوى فى درجة ١٠°م (من ٥ – ١٥°م) – استخدام بصيلات يزيد قطرها على ٢٫٥ سم فى الزراعة – تعرض النباتات لدرجة حرارة منخفضة فى مرحلة متقدمة من نموها – تختلف الأصناف فى هذا الشأن .
٣ – الرقبة السميكة	زيادة التسميد الآزوتى فى نهاية موسم النمو – موت أوراق النبات فى مرحلة مبكرة من النمو – قصر الفترة الضوئية عن اللازمة للصنف المزروع.
٤ – الأبصال المزدوجة	زيادة مسافة الزراعة – استخدام شتلات كبيرة الحجم فى الزراعة – زيادة التسميد الآزوتى – عدم انتظام الرى .
٥ – لفحة الشمس	التعرض لأشعة الشمس القوية قبل معالجة الأبصال .

المحصول والإنحراف عن النمو الطبيعى	المسبب
الثوم	
١ – تكون رؤوس مشوهة غير منتظمة الشكل	كثرة تعرض تقاوى الثوم المخزنة ، أو النباتات الصغيرة فى الحقل لدرجات الحرارة المنخفضة – التسميد الغزير – زيادة مسافة الزراعة .
٢ – تفريغ الفصوص	التخزين لعدة أشهر فى ظروف غير مناسبة .
البطيخ	
١ – جفاف وتغير لون الطرف الزهرى للثمرة فى الأصناف ذات الثمار المستطيلة (تعفن الطرف الزهرى)	نقص الكالسيوم – نقص الرطوبة الأرضية مع ارتفاع درجة الحرارة . زيادة الملوحة – الرياح الحارة الجافة .
٢ – التشقق .	الرى الغزير بعد فترة من العطش – الحصاد فى ساعات الصباح الأولى .
٣ – لسعة الشمس	التعرض لأشعة الشمس القوية
الخيار	
١ – عدم انتظام شكل الثمار	سوء التلقيح – حدوث ضرر للمبيض – انخفاض درجة الحرارة .
٢ – فشل عقد الثمار	انخفاض درجة الحرارة أو ارتفاعها – الزيادة الكبيرة فى أعداد الأزهار المؤنثة لبعض الأصناف – عدم كفاية التسميد – الإصابات المرضية والحشرية – زيادة الملوحة – عدم توفر النحل اللازم للتلقيح .
الكوسة	
١ – التلون الفضى للأوراق (شكل ١٤ – ٨ ، يوجد فى آخر الكتاب)	يظهر بعد تغذية الذبابة البيضاء على الأوراق ، وتزداد حدة الأعراض مع زيادة أعداد الذبابة .
الفلفل :	
١ – سقوط الأزهار بدون عقد	انخفاض درجة الحرارة ليلا عن ١٣°م أو ارتفاعها نهارا عن ٢٣°م – الرياح الحارة الجافة .
٢ – سقوط الثمار الصغيرة الحديثة العقد	الرياح الحارة الجافة .
٣ – تكوين ثمار بكرية	انخفاض درجة الحرارة أثناء العقد .

المحصول والإنحراف عن النمو الطبيعي	المسبب
٤ – استطالة ثمار الأصناف الناقوسية الشكل	انخفاض درجة الحرارة أثناء نمو الثمار .
٥ – تعفن الطرف الزهرى	نقص الكالسيوم – نقص الرطوبة الأرضية .
٦ – لفحة الشمس	تعرض الثمار لأشعة الشمس القوية .
البسلة	
١ – اصفرار البذور الخضراء داخل القرون	ارتفاع درجة الحرارة أثناء النضج – زيادة الآزوت.
٢ – تكوين فجوات بنية اللون فى مركز البذور بالفلقات .	نقص المنجنيز .
٣ – نقص نسبة السكر بالبذور	ترك القرون بدون حصاد بعد وصولها إلى المرحلة المناسبة لذلك – ارتفاع درجة الحرارة بعد وصول القرون إلى مرحلة النضج المناسبة للحصاد .
الفول الرومى	
١ – سقوط الأزهار بدون عقد	التعرض للصقيع .
الكرنب	
١ – إزهار النباتات قبل حصادها (الإزهار المبكر)	التعرض للحرارة المنخفضة بالقدر الذى يكفى لتهيئة النباتات للإزهار .
٢ – احتراق حواف الأوراق الداخلية بالرأس	نقص الكالسيوم – زيادة البوتاسيوم – زيادة الرطوبة الجوية .
٣ – تفلق الرؤوس	زيادة الآزوت – عدم انتظام الرى – الإفراط فى الرى بعد تكون الرؤوس – تأخير الحصاد .
القنبيط	
١ – نمو أوراق فى وسط القرص – تفكك القرص – نمو القمم الميرستيمية المكونة لسطح القرص .	ارتفاع درجة الحرارة وقت تكوين الأقراص .
٢ – تغير لون القرص إلى الأبيض المصفر .	ارتفاع درجة الحرارة وقت تكوين الأقراص – التعرض لأشعة الشمس .
٣ – تكوين أقراص صغيرة الحجم (التزرير) .	استخدام شتلات كبيرة الحجم – نقص الرطوبة الأرضية – نقص الآزوت .
٤ – تكوين أوراق ضيقة ذات نصل متآكل .	نقص المولبيدنم .
٥ – تلون القرص باللون البنى .	نقص البورون .

المحصول والإنحراف عن النمو الطبيعي	المسبب
٦ – عدم تكون أقراص .	حدوث أى ضرر للقمة النامية للنبات .
الفجل	
١ – الاتجاه نحو الإزهار قبل تكوين جذور اقتصادية .	زيادة الفترة الضوئية .
٢ – استطالة جذور الأصناف الكروية – زيادة حرافة الجذور – تكون فجوات هوائية بمركز الجذر – زيادة النمو الورقى .	ارتفاع درجة الحرارة .
البنجر	
١ – الاتجاه نحو الإزهار قبل الحصاد .	التعرض للحرارة المنخفضة بالقدر الذى يكفى للتهيئة للإزهار .
٢ – تكون بقع سوداء داخلية فى الجذور .	نقص البورون .
السبانخ	
١ – الاتجاه نحو الأزهار قبل الحصاد .	التعرض لفترة ضوئية طويلة .
الخس	
١ – الاتجاه نحو الإزهار قبل الحصاد .	ارتفاع درجة الحرارة إلى ٢٦°م .
٢ – احتراق حواف الأوراق الداخلية فى الأصناف التى تكون رؤوسا	نقص الكالسيوم – توفر عوامل تساعد على سرعة النمو ؛ كالجو المناسب مع التسميد الجيد ومسافات الزراعة الواسعة .
٣ – تغير لون العرق الوسطى	ارتفاع درجة الحرارة قبل الحصاد .
الجزر	
١ – تفرع الجذور .	وجود أسمدة حيوانية غير متحللة ذات محتوى مرتفع من حامض البوريك .
٢ – تفلق الجذور .	زيادة الأزوت – زيادة مسافة الزراعة – التأخير فى الحصاد .
٣ – تكون جذور خشنة الملمس ذات تجويفات عميقة .	ارتفاع درجة الحرارة مع عدم انتظام الرطوبة الأرضية .
٤ – الإزهار المبكر فى الصنف البلدى .	التعرض لدرجة حرارة منخفضة لفترة طويلة .

المحصول والإنحراف عن النمو الطبيعي	المسبب
	الحصاد .
٣ – تكون جذور خشنة الملمس ذات تجويفات عميقة .	ارتفاع درجة الحرارة مع عدم انتظام الرطوبة الأرضية .
٤ – الإزهار المبكر فى الصنف البلدى .	التعرض لدرجة حرارة منخفضة لفترة طويلة .
الكرفس	
١ – احتراق قمة الأوراق الصغيرة الداخلية (القلب الأسود)	نقص الكالسيوم
٢ – تكون بقع بنية مصاحبة بشقوق عرضية على الجانب الداخلى لأعناق الأوراق (التشقق البنى)	نقص البورون
٣ – تجوف أعناق الأوراق	تأخر الحصاد بعد النضج – ارتفاع درجة الحرارة أثناء النضج – نقص الرطوبة الأرضية – النمو السريع جدا – صفة وراثية فى بعض الأصناف .
٤ – الإزهار المبكر	التعرض لدرجة حرارة منخفضة لمدة تكفى لتهيئة النباتات للإزهار .

مصادر الكتاب

الأسعد ، محمد ، ووليد أبو غربية (١٩٨٦) . تأثير الطاقة الشمسية والأغطية البلاستيكية فى مكافحة فطور ونيماتودا التربة فى وادى الأردن الأوسط . مجلة وقاية النبات العربية ، مجلد ٤ : ٤٨ – ٤٩ .

الفولى ، محمد مصطفى (١٩٨٩) . نقص العناصر الصغرى فى مصر وعلاجه . مشروع العناصر المغذية الصغرى ومشاكل تغذية – النبات فى مصر . المركز القومى للبحوث – القاهرة – ٢٤ صفحة .

جانيك ، جوليوس (١٩٨٥) . علم البساتين . ترجمة جميل فهيم سوريال وآخرين . الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٦٥٩ صفحة .

حسن ، أحمد عبد المنعم (١٩٨٨) . أساسيات إنتاج الخضر وتكنولوجيا الزراعات المكشوفة والمحمية " الصوبات " . الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٩٢٠ صفحة .

حسن ، أحمد عبد المنعم (١٩٩٣) . تربية النباتات لمقاومة الأمراض والآفات . الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٣٧٨ صفحة .

روبرتس ، دانيال أ ، وكارل بوثروبد (١٩٨٦) . أساسيات أمراض النبات . ترجمة إبراهيم جمال الدين وآخرين . الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٥٢٣ صفحة .

عبد الحميد ، أحمد فوزى (١٩٩١) . دور العناصر الصغرى فى زيادة إنتاج المحاصيل الحقلية والبستانية فى مصر . فى " وقائع الندوة السورية المصرية للعناصر الصغرى فى التربة والنبات ٩ – ١٣ يونيو ١٩٩٠ – دمشق – الجمهورية العربية السورية – تحرير محمد مصطفى الفولى – صفحات : ٤٧ – ٥٦ – مشروع العناصر المغذية الصغرى ومشاكل تغذية النبات فى مصر .

عبد الهادى ، نزيه (١٩٧٨) . دور الأنفاق البلاستيكية المنخفضة فى إنتاج الخضراوات . وزارة الأشغال العامة – الكويت . ورقة إرشادية رقم (٤) – ١٤ صفحة .

مرسى ، مصطفى على ، وأحمد إبراهيم المربع ، وعاصم بسيونى جمعة (١٩٥٩) . نباتات الخضر – الجزء الأول : أساسيات إنتاج نباتات الخضر . مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ٥٠٠ صفحة .

Abdel - Rahim , M. F. , M. M. Satour , K. Y. Mickail , S. A. El - Eraki , A. Grinstein , Y. Chen , and J. Katan. 1988. Effectiveness of soil solarization in furrow - irrigated Egypian soils. Plant Dis. 72 : 143 - 146.

Allison , L. E. 1964. Salinity in relation to irrigation. Adv. Agr. 16 : 139 - 180 .

Bano , F. , T. Mahmud , S. M. Shah , and M. R. Awan. 1987. Trials to enhance salt tolerance of tomato cultivars at germination stage using choline chloriode. Pakistan J. Agr. Res. 8 : 195 - 198 .

Bartholic , J. F. , M. D. Heilman, and B. M. Farris. 1970. Large volume generator of stable foam for freezer protection. HortScience 5 : 486 - 488 .

Bhella , H. S. 1988. Effect of trickle irrigation and black mulch on growth , yield , and mineral composition of watermelon. HortScience 23 : 123 - 125 .

Bhojwani , S. S. and M. K. Razdan ' 1983. Plant tissue culture : theory and practice. Elsevier , Amsterdam. 502 p.

Bogle , C. R. , T. K. Hartz , and C. Nunez. 1989. Comparison of subsurface trickle and furrow irrigation on plastic - mulched and bare soil for tomato production. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 : 40 - 43.

Boodley , J. W. and R. Sheldrake , Jr. 1973. Cornell peat - lite mixes for commercial plant growing. Cornell Univ. , N. Y. State College of Agr. and Life Sciences. Information Bull. 43 .

Bos , L. 1978. Symptoms of virus diseases in plants. Res. Inst. Plant Prot. , Wageningen , the Netherlands. 225 p.

Bottino , P. J. 1981. Vegetable crops. In B. V. Conger (Ed.) " Cloning Agricultural Plants In Vitro Techniques " , pp. 141 - 164. CRC Pr., Inc. Boca Raton , Florida .

Bradford , K. J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. HortScience 21: 1105 - 1112 .

Buckman , H. O. and N. C. Brady. 1960. The nature and properties of soils. McMillan., N. Y. 567 p.

Carolus , R. L. 1970. The use of black polyethlene mulch on vegetables will increase net returns. Gerpak Agri - News Bul. No. 11. 4 p .

Carter , J. and C. Johnson. 1988. Influence of different types of mulches on egg-plant production. HortScience 23 : 143 - 145 .

Chisholm , D. N. , and D. H. Picha. 1986. Distribution of sugars and organic acids with ripe watermelon fruit. HortScience 21 : 501 -503 .

Cohen , S. and V. Melamed - Madjar. 1978. Prevention by soil muching of the spread of tomato yellow leaf curl virus transmitted by Bemisia tabaci (Gennadius) (Hemiptera : Aleyrodidae) in Israel. Bul. Ent. Res. , Israel 68 : 465 - 470 .

Cox , E. F. 1984. The effects of irrigation on the establishment and yield of lettuce and leek transplants raised in peat blocks. J. Hort. Sci. 59 : 431 - 437 .

Crocker , W. and L. V. Barton. 1953. Physiology of seeds. Chronica Botanica Co., Waltham , Mass. 267 p.

Decoteau , D. R. , M. J. Kasperbauer , and P. G. Hunt. 1988. Yield of fresh - market tomatoes as affected by plastic mulch color. (Abstr.) HortScience 23 : 804 .

Decoteau , D. R. , M. J. Kasperbauer , and P. G. Hunt. 1989. Mulch surface color affects yield of fresh - market tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 : 216 - 219 .

Decoteau , D. R. , M. J. Kasperbauer , and P. G. Hunt. 1990. Bell pepper plant development over mulches of diverse colors. HortScience 25: 460 - 462 .

Devlin , R. M. 1975. Plant physiology. D. Van Nostrand Co., N. Y. 600 p.

Douglas, J. S. 1985. Advanced guide to hydroponics. Pelham Books, London. 368p.

Edmond , J. B. , T. L. Senn , F. S. Andrews , and R. G. Halfacre. 1975 (4 th. ed.) . Fundamentals of horticulture. McGraw - Hill Book Co., N. Y. 560 p.

Fordham , R. and A. G. Biggs. 1985. Principles of vegetable production. Collins Professional and Technical Books , London. 215 p.

Gamliel , A. and J. Katan. 1991. Involvement of fluorescent Pseudomonads and other microorgnisms in increaed growth response of plants in solarized soils. Phytopathology 81 : 494 - 502.

George , R. A. T. (Ed.) . 1986. Techical guideline on seed potato micropropagation and multiplication. Food and Agriculture Organization of the United Nations , Rome. 55 p.

Ghate , S. R. and M. S. Chinnan. 1987. Srorage of germinated tomato and pepper seeds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 : 645 - 651 .

Gray , D. 1981. Fluied drilling of vegetable seeds. Hort. Rev. 3 : 1 - 27 .

Greenough , D. R. , L. L. Black , and W. P. Bond. 1990. Aluminum - surfaced mulch : an approach to the control of tomato spotted wilt virus in solanaceous crops. Plant Dis. 74 : 805 - 808 .

Haigh , A. M. , E. W. R. Barlow , F. L. Milthorpe , and P. J. Sinclair. 1986. Field emergence of tomato , carrot and onion seeds primed in an aerated salt solution. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111 : 660 - 665 .

Hall , M. R. 1989. Cell size of seedling containers influences early vine growth and yield of transplanted watermelon. HortScience 24 : 771 - 773.

Hanan , J. J. , W. D. Holley , and K. L. Goldsberry. 1978. Greenhouse management. Springr Verlag , N. Y. 530 p.

Harris , R. E. 1965. Polyethlene covers and mulches for corn and bean production in Northern regions. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 87 : 288 - 294 .

Harris , R. S. 1975. Effects of agricultural practices on foods of plant origin. In R. S. Harris and E. Karmas (Eds). " Nutritional Evalation of Food Processing" , pp. 33 - 57. The Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.

Hartmann , H. T. and D. E. Kester. 1983 (4 th ed.) . Plant propagation : principles and practices. Prentice / Hall International , Inc., Englewood Cliffs , N. J. 727 p.

Hartz , T. K. , C. R. Bogle , and B. Villalon. 1985. Response of pepper and muskmelon to row solarization. HortScience 20 : 699 - 701 .

Hassan , A. A. 1966. The application of the cotyledonary method of inoculation with Corynebacterium michiganense in screening for resistance and in host range studies. M. S. thesis , N. C. State Univ. at Raleigh. 79 p.

Hassan , A. A. 1970. Inheritance of resistance to Fusarium solani f. phaseoli and Thielaviopsis basicola in Phaseolus vulgaris L. Ph. D. thesis, Cornell univ. 154 p.

Hassan , A. A. , U. A. Obaji, M . S. Wafi, N. E. Quronfilah , H. H. Al - Masry , and M. A. El - Rays. 1990. Evaluation of damestic and wild Cucumis melo germplasm

for resistance to the yellow stunting disorder. Egypt. J. Hort. 17 : 181 - 199 .

Hassan , A. A. , N. E. Quronfilah , U. A. Obaji , M. A. El - Rays , and M. S. Wafi. 1991. Evaluation of domestic and wild Citrullus germplasm for resistatance to the yellow stunting disorder . Egypt. J. Hort. 18: 11 - 21 .

Henderson , J. C. and D. L. Hensley. 1986. Efficacy of a hydrophilic gel as a transplant aid. HortScience 21 : 991 - 992 .

Hochmuth , G.J. 1987 . Commercial vegetable production in Florida. HortScience 22 (3) : inside back cover .

Hochmuth, G . J . 1992 a . Fertilizer management for drip - irrigated vegetables in Flarida. HortTechnology 2 : 27 - 32.

Hochmuth, G.J. 1992b. Concepts and practices for improving nitrogen management for vegetables. HortTechnology 2 : 121 - 125 .

Hochmuth, G .J. , D.N.Maynard, A.A.Csizinsky, R. Mitchell, and P. Gilreath. 1986. Small - Plot liquid injection wheel implements for fertilizing polyethylene - mulched vegetables. Hortscience 21 : 1069 - 1070 .

Humbert, R.P.1969. Potassium in relation to food production. HortScience 4: 35 - 36.

Ingram, D.S. and J.P.Helgeson (Eds) . 1980. Tissue Culture Methods for plant pathologists. Blackwell Sci. Pub., Oxford. 272 p.

Israelsen, O.W. and V.E. Hansen. 1962. Irrigation principles and practices . Wiley , N.Y.447 p .

Jacobson, R., A. Greenburger , J. Katan, M. Levi , and H.Alon . 1980 . Control of Egyption broomrape (Orobanche aegyptiaca) and other weeds by means of solar heating of the soil by polyethylene mulching . Weed Sci . 28 : 312 - 316 .

Kader , A.A. et al. 1981 . Short course on postharvest technology of horticultural crops . U.S. Agency for International Development - A.R. Egypt - U.C.Project , Giza , Egypt .

Katan , J . 1980 . Solar Pasteurization of soils for disease control : studies and prospects . Plant Dis. 64 : 450 - 454 .

Kaufman , G. 1991 . Seed coating : a tool for stand establishment ; a stimulus to seed quality . HortTechnology 1 : 98 - 102

Lamont , W.J. , K.A. Sorensen , and C.W.Averre. 1990. Painting aluminum strips on black plastic mulch reduces mosaic symptoms on summer squash. HortScience 25 : 1350 .

Latimer, J. G. and P. A.Thomas . 1991. Application of brushing for growth control of tomato transplants in a commercial setting . HortTechnology 1 : 109 - 110.

Leskovar , D. I. , D. J. Cantliffe , and P. J. Stoffella. 1991. Growth and yield of tomato plants in response to age of transplants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116 : 416 - 420.

Loomis , W. E. 1925. Studis on the transplanting of vegetable plants. Cornell Agr. Exp. Mem. 87.

Lorenz , O. A. and D. N. Maynard. 1980 (2 nd ed.) . Knott's hand book for vegetable growers. Wiley - Interscience , N. Y. 390 p.

Mass , E. V. 1984. Crop tolerance. California Agr. 38 (10) : 20 - 22 .

Marsh , A. W. , H. Johnson , Jr. , F. E. Robinson , N. McRae , K. Mayberry , and D. Ririe. 1977. Solid set sprinklers for starting vegetable crops. Univ. of Calif. , Div. of Agr. Sci. , Leaflet No. 2265. 12 p.

Matkin , O. A. and P. A. Chandler. 1957. The U. C. type soil mixes. In K. F. Baker (Ed.) " The U. C. System for Producing Healthy Container - grown Plants " , pp. 68 - 85. Univ. Calif. , Div. Agr. Sci. , Agr. Exp. Sta. , Ext. Serv. Manual 23 .

Mayberry , K. S. 1983. A grower's guide to solving salt problems. Univ. Calif. , Div. Agr. Sci. Leaflet 21350. 4 p .

Minges , P. A. , A. A. Muka , A. F. Sherf , and R. F. Sandsted. 1971. Vegetable production recommendations. Cornell Univ. 36 p.

Munnecke , D. E. 1957. Chemical treatment of nursery soils. In K. F. Baker (Ed.) . " The U. C. System for Producing Healthy Container - Grown Plants " , pp. 197 - 209. Univ. Calif. , Div. Agr. Sci. , Agr. Exp. Sta. , Ext. Serv. Manual 23 .

Natwick , E. T. and A. Durazo , III. 1985. Polyester covers protect vegetables from whiteflies and virus disease. Calif. Agr. 39 (7/8) : 21- 22.

Nelson , P. E. 1972. Processing effects on the nutritional components of horticultural crops. HortScience 7 : 151 - 153.

Nelson , P. V. 1985. (3 rd ed.) . Greenhouse operation and managent. Reston Pub. Co. , Inc. , Reston , Virginia. 598 p.

Palti , J. 1981. Cultural practices and infectious crop diseases. Springer - Verlag , Berlin. 243 p.

Parsons, L. R. , T. A. Wheaton , and D. P. H. Tucker. 1986. Florida freezes and the role of water in Citrus cold tolerance 21 (1) : inside front and back covers .

Peck , N. H. , D. L. Gruners , R. M. Welch , and G. E. MacDonald. 1980. Nutritional quality of vegetable crops as affected by phlosphorus and zinc fertilizers. Agron. J. 72 : 528 - 534 .

Perry , K. B. , T. C. Wehner , and G. L. Johnson. 1986. Comparison of 14 methods to determine heat unit requiremnts for cucumber harvest. HortScience 21 : 419 - 423 .

Pill , W. G. 1986. Parsley emergence and seedling growth from raw , osmoconditioned , and pregerminated seeds. HortSciece 21 : 1134 - 1136.

Pill , W. G. 1991. Advances in fluid drilling. HortTechnology 1 : 59 - 65 .

Pillsbury , A. F. 1968. Sprinkler irrigation. FAO Agr. Dev. Paper No. 88. 179 p.

Pombo, G. , M. D. Orzolek , L. D. Tukey , and T. P. Pyzik. 1985. The effect of paclobutrazol , daminozide , glyphosate and 2 , 4 - D in gel on the emergence and growth of germinated seeds. J. Hort. Sci. 60 : 353 - 357 .

Pullman , G. S. , J. E. de Vay , C. L. Elmore , and W. H. Hart. 1984. Soil solarization : a nonchemical method for controlling diseases and pests. Univ. Calif. , Div. Agr. & Nat. Res. Leaflet 21377. 8 p.

Purdy , L. H. , J. E. Harmond , and G. B. Welch. 1961 Special processing and treatment of seeds. In United States Dept. Agr. " Seeds " , pp. 322 - 329. Wash. , D. C.

Rolston , D. E. et al. 1981. Applying nutrients and other chemicals to trickle - irrigated crops. Univ. Calif. , Div. Agr. Sci. Bul. 1893. 14 p.

Rosa , J. T. 1921. Investigtions on the hardening process in vegetable plants. Mo.

Agr. Exp. Sta. Res. Bul. 48.

Russell , G. E. 1978. Planf breeding for pest and disease resistance. Butterworths, London 485 p.

Sabota, C. , C. Beyl , and J. A. Bidermann. 1987. Acceleration of sweet corn germination at low temperatures with terra - sord or water presoaks. HortScience 22 : 431 - 434 .

Schales , F. D. and T. J. Ng. 1988. Population density and mulch effects on muskmelon yields. (Abstr.) . HortScience 23 : 804 .

Schalk , J. M. and M. LeRon Robbins. 1987. Reflective mulches influence plant survival , production , and insect cotrol in fall tomatoes. HortScience 22 : 30 - 32 .

Sheldrake , R. , Jr. 1967. Plastic mulches. Cornell Ext. Bul. 1180 p.

Smith , K. M. 1977 (6 th ed.) . Plant viruses. Chapman and Hall , London. 241p.

Splittstoesser , W. E. , J. S. Vandemark , and S. M. A. Khan. 1974. Influence of nitrogen fertilization upon protein and nitrate concentation insome vegetable crops. HortScience 9 : 124 - 125 .

Stevens , C. , V. Khan , M. A. Wilson , J. Brown , and A. Y. Tang. 1988 a. Control of southern blight in bell peppers by soil solarzation. (Abstr.) . HortScience 23 : 830 - 831 .

Stevens , C. , V. Khan , A. Y. Tang , and C. Bonsi. 1988 b. The effect of soil solarization on growth response and root knot damage of sweet potato (Abstr.) HortScience 23 : 827 .

Stevens , C. , V. Khan , A. Y. Tang , and M. A. Wilson. 1988. The effect of soil solarization on earliness and yield of cabbage and broccoli (Abstr.) . HortScience 23 : 829 .

Stevens , C. , V. A. Khan , T. Okoronkwo , A - Y. Tang , M. A. Wilson , J. Lu , and J. E. Brown. 1990. Soil solarization and Dacthal : influence on weeds , growth , and root microflora of collards . HortScience 25 : 1260 - 1262 .

Taylor , A. L. , J. N. Sasser , and L. A. Nelson. 1982. Relationship of climate and soil characteristic to geographical distribution of Meloidogyne species in agricultural

soils. Dept. Plant Path. , N. C. State Univ. , Raleigh. 65 p.

Thompson , H. C. and W. C. Kelly. 1957. Vegatable crops. McGraw - Hill Book Co. , N. Y. 611 p.

Thorne , D. W. and H. B. Peterson. 1954. (2 nd ed.) . Irrigated soils : their fertility and management. TATA McGraw Pub. Co. , Ltd. , Bombay. 392 p .

Tisdale , S. L. and W. L. Nelson. 1975. Soil fertility and fertilizers. McMilan Pub. Co. , N. Y. 694 p.

Ulrich , A. 1978. Plant tissue analysis : plant analysis as a guide in fertilizing crops. In H. M. Reisenauer (Ed.) " Soil and Plant Tissue Testing in California " , pp. 1-4 . Univ. Calif. , Div. Agr. Sci. , Bul. 1879 .

Walker , J. C. 1969. Plant pathology. McGraw - Hill Book Co. , N.Y. 819 p.

Wallace , G. P. and D. J. Fieldhouse. 1982. Emergece of pregerminated tomato seed stord in gels up to twenty days at low temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107 : 722 - 725 .

Ware , G. W. and J. P. McCollum . 1980 (3 rd ed.) . Producing vegetable crops. the Interstate Printers & Publisher , Inc. , Danville , Illinois. 607 p.

Warnock , S. J. 1973. Tomato development in California in relation to heat unit accumulation . HorScince 8 : 487 - 488 .

Warnock , S. J. and R. L. Issacs. 1969. A linear heat unit system for tomatoes in California . J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94 : 677 - 678 .

Watt , B. K. and A. L. Merrill. 1963. Compostion of foods. U. S. Dept. Agr. , Agr. Handbook No. 8. 190 p.

Wells , O. S. and J. B. Loy. 1985. Intensive vegtable production with row covers. HortScience 20 : 822 - 825.

Weston , L. A. 1988. Effect of flat cell size, transplant age , and production site on growth and yield of pepper trnsplants. HortScience 23 : 709 - 711 .

Weston , L. A. and B. H. Zandstra. 1986. Effect of root container and location of production on growth and yield of tomato transplants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111 : 498 - 501 .

Weston , L. A. and B. H. Zandstra. 1989. Transplant age and N and P nutrition effects on growth and yield of tomatoes. HortScience 24 : 88 - 90.

White , R. E. 1987. Introduction to the principles and practice of soil science. Blackwell Scientific Pub. , Oxford. 244 p .

Wiebe , H. J. and T. Muhyaddin. 1987. Improvement of emergence by osmotic seed treatments in soil of high salinity. Acta Hort. 198 : 91 - 100 .

Wilsie , C. P. 1962. Crop adaptation and distribution. W. H. Freeman and Co. San Francisco. 448 p.

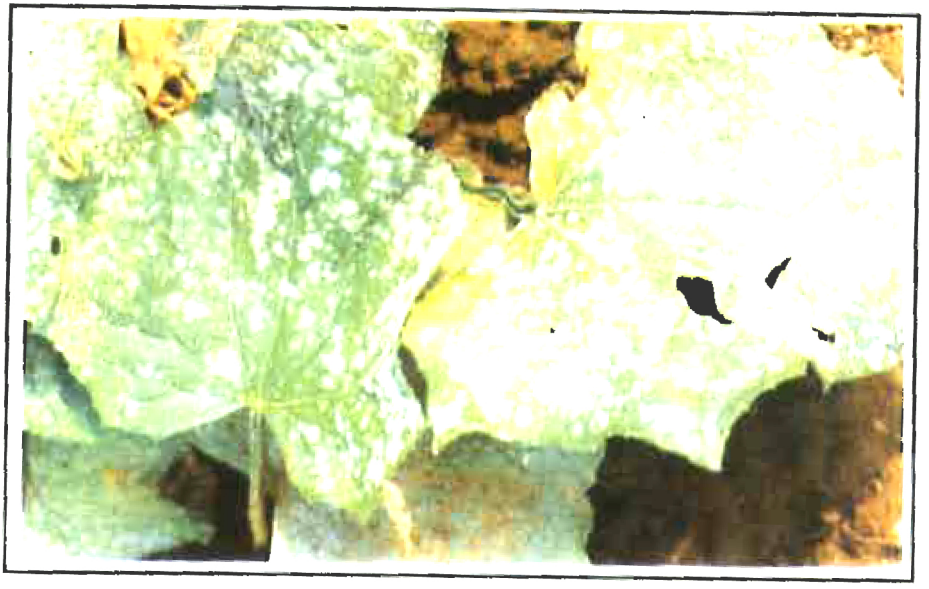
Winter , E. J. 1974. Water , soil and the plant. The English Language Book Soc. , London. 141 p.

Wittwer , S. H. 1969. Regulation of phosphorus nutrition of horticultural crops. HortScience 4 : 320 - 322 .

Wooster , P. and T. J. Dixon. 1987. Micropropagation - an aid in the production of new varieties. In G. J. Jellis and D. E. Richardson (Eds), "The Production of New Potato Varieties " , pp. 142 - 145. Cambridge Univ. Pr. , Cambridge .

Yang , H. - J. 1977. Tissue culture technique develeoped for asparagus propagation. HortScience 12 : 140 - 141 .

شكل (١٤-٢) : أعراض الإصابة بفيروسات الاصفرار فى القارون . تتشابه هذه الأعراض مع أعراض نقص عنصر المغنيسيوم ، وتحدثها مجموعة من الفيروسات ، منها : فيرس اصفرار الخس المعدى (كاليفورنيا) ، وفيرس الاصفرار والتقزم (الإمارات) ، وفيرس اصفرار البنجر الكانب (عدة دول) ، وفيرس جديد ظهر فى مصر ولم تحدد هويته بعد .



شكل (١٤-٤) : أعراض الإصابة بالبياض الدقيقى فى الخيار .

شكل (١٤-٨) : أعراض التلون الفضى لأوراق الكوسة .

تم جمع وتجهيز الكتاب - فنياً فى

الشركة العربية للنشر والتوزيع

١٣ ش عدى - الدقى

ت : ٧٠١٠٣٩

مطابع الكتب المصرى الحديث
MODERN EGYPTIAN PRESS
ت : ٢٢١١٠٧١ - ٢٢١١٠٧٢ - فاكس ٢٢١١٠٧٣